Astronomia per tutti

Volume 12, finale

Neofiti: Osserviamo il profondo cielo

Costellazioni: Drago e Triangolo

Astrofotografia: Imaging deep-sky, elaborazione

Ricerca amatoriale: Scoprire nuovi oggetti

Astrofisica: Quasar e buchi neri

Astronautica: L'esplorazione di asteroidi e comete

Attualità: Siamo soli nell'Universo?

Domande e risposte

Daniele Gasparri

Daniele Gasparri

Astronomia per tutti: volume 12, finale

Tutti i miei libri (oltre 20) sono raggiungibili a questo link

Clicca qui per vedere gli altri volumi di Astronomia per tutti

Indice

In copertina: La galassia di Andromeda ripresa con una reflex Canon 450D modificata e rifrattore acromatico da 80 mm F400 mm. Media di 21 immagini da 120 secondi. La corretta elaborazione delle immagini del cielo profondo può produrre ottimi risultati anche con strumentazione modesta, come quella utilizzata per immortalare la galassia a noi più vicina. Ricordiamoci sempre che la stiamo guardando com'era 2,3 milioni di anni fa. Se qualcuno su un pianeta di Andromeda riuscisse a puntare un potentissimo telescopio e osservare la Terra, non vedrebbe noi esseri umani, ma i nostri lontani antenati chiamati ominidi correre per le steppe africane. Di noi non ci sarebbe traccia per più di 2 milioni di anni.

Presentazione

Eccoci all’ultimo numero di questo appassionante viaggio nel mondo dell’astronomia pratica e teorica. È il momento di tirare le somme e salutarci, con la certezza che insieme abbiamo imparato qualcosa in più su questo straordinario Universo.

In questo numero parleremo di temi forti e attuali e, come spesso succede nella scienza, ci saranno molte domande senza risposta, perché tanto ancora abbiamo da scoprire.

Nella categoria neofiti andremo a osservare gli oggetti del cielo profondo. Ammassi, nebulose e lontane galassie sono oggetti alla nostra portata. Ora che abbiamo acquisito la giusta pratica, li potremo osservare al meglio.

Nello spazio dedicato alla fotografia astronomica concluderemo il discorso affrontando, in modo introduttivo, il vasto mondo dell’elaborazione delle immagini. Tra calibrazioni, stretch e filtri DDP trasformeremo, o almeno ci proveremo, le nostre riprese in qualcosa che ci darà sicuramente soddisfazione.

Per quanto riguarda la ricerca, andremo a capire come si possono scoprire nuovi oggetti: asteroidi, comete, ma anche fenomeni improvvisi nelle atmosfere planetarie. La parola d’ordine è costanza; perché mai come in questi casi la fortuna aiuta gli audaci.

Ci proietteremo nella sezione teorica parlando di quasar e buchi neri. Cercheremo di capire cosa sono (ma lo sappiamo veramente?) e quali bizzarre proprietà ci mostrano. Facendo ben attenzione a non caderci dentro, voleremo con la nostra astronave virtuale nelle regioni remote del Sistema Solare, attorno ad asteroidi e comete. Scopriremo anche alcune missioni

sorprendenti, come quella che ha prodotto il primo bombardamento interplanetario della nostra storia, alla ricerca di acqua nel nucleo di una cometa.

Poi, termineremo con la domanda delle domande: siamo soli nell'Universo? La risposta con certezza non potremo darla, ma è certo che la nostra visione della vita nel Cosmo sia radicalmente cambiata negli ultimi anni, da quando abbiamo compreso che pianeti simili alla Terra potrebbero essere abbondanti quasi quanto le stelle dell'Universo. E allora, anche se manca ancora la pistola fumante, sarebbe molto presuntuoso considerarci gli unici abitanti dell'Universo. Sarebbe solo un incredibile spreco di spazio.

Daniele Gasparri
Febbraio 2014

Neofiti

In questa sezione, che verrà estratta dai miei libri: "Primo incontro con il cielo stellato" e "Che spettacolo, ho visto Saturno!", affronterò insieme a tutti gli appassionati il difficile ma appassionante cammino verso l'osservazione consapevole dell'Universo e dei fantastici oggetti che ci nasconde.

Si tratta di un vero e proprio corso di astronomia di base, che parte dalle fondamenta per giungere, con la dovuta calma e pazienza, alla scelta del telescopio e ai consigli sugli oggetti celesti da osservare.

Per ora limitiamoci a familiarizzare con l’astronomia, a capire di cosa parla e quali corpi e fenomeni troverete lungo il cammino.

Un consiglio prima di iniziare: preparatevi a grandi sorprese!

Osservare il profondo cielo

Il mio rapporto con il profondo cielo è stato molto più difficile e burrascoso rispetto a quello con i pianeti. Sperando di non influenzare le vostre scelte, io dico la verità: gli oggetti del profondo cielo sono bellissimi, ma che fatica per osservarli in modo degno!

I miei primi due strumenti avevano un diametro di 80 e 90 mm ed erano discreti per i pianeti ma penosi per tutto il resto. Ammassi stellari, nebulose e galassie erano tutti uguali: delle nuvolette debolissime e indistinte, anche dal cielo scuro della mia vecchia casa di campagna.

Se i pianeti si vedono bene con ogni strumento, gli oggetti del cielo profondo richiedono due cose: un cielo estremamente scuro e un telescopio di diametro generoso.

Per non incorrere in delusioni a volte cocenti e per distinguere almeno un ammasso globulare da una nebulosa, se siamo appassionati di questi oggetti e abbiamo un buon cielo, il diametro minimo del telescopio deve essere di 130-150 mm. Molti esperti appassionati non saranno d'accordo con me, ma io ricordo troppo bene quello che ho patito con strumenti non all'altezza. Poiché ormai i telescopi Dobson hanno un costo minore di un cellulare, diamoci dentro con il diametro e non facciamoci spaventare dalla mole dello strumento.

Cosa serve per osservare nebulose, galassie e ammassi stellari?

Quando riuscii a puntare, dal cielo scuro di casa dei miei nonni, l'ammasso globulare M13, a detta di tutti i libri il più bello dell'emisfero nord, grande quasi quanto la Luna piena e ricchissimo di stelle, io non vidi niente di tutto ciò. Appena individuato rimasi estremamente deluso perché io vedevo solo un indistinto batuffolo di luce privo di qualsiasi astro. Dieci secondi e poi decisi di cambiare oggetto, ma le cose non migliorarono.

A distanza di tanto tempo, durante una serata pubblica, ho potuto riosservarlo con un telescopio simile (rifrattore da 90 mm di diametro) e da un cielo ben peggiore, eppure mi sembrò tutta un'altra cosa. Molto esteso e luminoso, riuscivo, con la tecnica della visione distolta, a vedere qualche debole stella e a capire che quella "cosa" aveva un aspetto granuloso. Certo, non era spettacolare a causa dello scarso diametro del telescopio, ma risultava molto più evidente e dettagliato di quella prima, lontana e deludente, osservazione.

La morale di questa storia è sempre la stessa, ma vale la pena ripeterla perché per gli oggetti del cielo profondo fa la differenza tra intravedere delusi e gioire felici. È tutta una questione di esperienza.

Certo, contrariamente ai pianeti tutti gli oggetti dello spazio profondo richiedono un cielo scuro, lontano dalle città e l'assenza di qualsiasi falce lunare, ma a parità di queste condizioni a vincere è l'allenamento.

Ne abbiamo avuto un assaggio al binocolo, ma in questo caso è ancora più evidente. Bisogna quindi avere pazienza e osservare l'oggetto per qualche minuto, cercare i dettagli a prima vista nascosti, lasciare che l'occhio si abitui. Poi, mano a mano

che lo alleneremo a queste strane condizioni (che di giorno non sperimentiamo mai) vedremo sempre di più e sempre meglio, fino a percepire dettagli che ritenevamo impossibili.

Quanta esperienza bisogna fare? Difficile dare un numero e io non riesco a ricordarmi quando sono finalmente riuscito ad apprezzare questo tipo di osservazioni. Probabilmente, se lo facciamo con costanza, vedremo sensibili miglioramenti già dopo 4-5 serate.

Altra questione delicata riguarda l'ingrandimento.

Se con i pianeti dobbiamo raggiungere il massimo potere risolutivo del telescopio arrivando al limite di quello che abbiamo chiamato ingrandimento massimo utile, per gli oggetti deep-sky vale il contrario.

Quando cercavo di osservare le nebulose e gli ammassi globulari, partivo sparato con oltre 100 ingrandimenti e non vedevo quasi nulla. Pensavo fosse solo un problema di esperienza, ma c'era dell'altro.

Tutti gli oggetti più brillanti del cielo profondo sono infatti molto più estesi dei pianeti, spesso addirittura più della Luna piena. Che senso ha ingrandirli come fossero dei minuscoli dischi? Non ha nessun senso e ora, magari, sembra pure scontato, ma fin quando non si capisce questa differenza è difficile arrivarci da soli in breve tempo.

Per le nebulose, gli ammassi e le galassie dobbiamo sfruttare l'altra caratteristica dello strumento: la capacità di raccogliere la luce. Via quindi gli ingrandimenti elevatissimi e gli oculari che sembrano un buco di una serratura. Gli ingrandimenti migliori variano da 30 a massimo 100 volte. Solo quando saremo molto più esperti e vorremo cercare gli oggetti più piccoli (ce ne sono!) potremo gradualmente sperimentare senza timore ingrandimenti

maggiori. Ma per ora no, anche perché la nebulosa di Orione, la più bella del cielo, è oltre quattro volte più estesa della Luna piena, così come la galassia di Andromeda, o la nebulosa Laguna.

Se siamo curiosi di avere un'idea di cosa aspettarci da alcuni oggetti del profondo cielo a seconda del diametro del telescopio e della qualità del cielo, meglio dare un'occhiata a un simulatore di visione telescopica che ho preparato qualche anno fa: http://www.danielegasparri.com/Italiano/telescope_simulator.htm

Dove trovare gli oggetti deep-sky?

I pianeti sono brillanti e si vedono a occhio nudo anche da sotto un lampione; nessun problema quindi puntarli con il telescopio (se il cercatore è allineato!). Ben altra storia per gli oggetti del cielo profondo, molti dei quali addirittura invisibili senza utilizzare il nostro strumento.

La parte più difficile dell'osservazione dello spazio profondo riguarda proprio la ricerca di questi deboli gioielli, un problema che possiamo e dobbiamo trasformare in una sfida da vincere a tutti i costi!

Il puntamento automatico, che ormai equipaggia molti strumenti, non rappresenta la soluzione, ma spesso un vicolo cieco che ci impedisce di migliorare la conoscenza del cielo e ci priverà delle gioie dell'osservazione. Se ce l'abbiamo, decidiamo di non usarlo per le prime volte. Se non ce l'abbiamo avremo risparmiato molti soldi e disporremmo sicuramente di un telescopio di maggior diametro. Sembra che io stia facendo il cattivo, ma è un po' come quando a scuola le maestre per imparare le tabelline ci impedivano di usare la calcolatrice. Se non avessero fatto in questo modo saremmo stati schiavi di quell'aggeggio tecnologico per sempre. Dopo che avremo imparato a cavarcela con le nostre mani potremo ricorrere, quando necessario, all'aiuto del puntamento automatico, che in effetti in certe situazioni e per oggetti molto deboli è utile.

Quando ho iniziato timidamente ad affacciarmi al cielo profondo nel lontano agosto 1998 non sapevo cosa fare ma non mi sono arreso. Trovare un oggetto da osservare richiedeva grande concentrazione, diversi minuti di studio del cielo e di prove. Ora trovo molti oggetti addirittura a memoria e senza usare il

cercatore. Sono un genio? No, semplicemente uno che si è allenato parecchio. E che dire degli astrofili affezionati ai loro Dobson di legno che trovano centinaia di corpi celesti molto più rapidamente del puntamento automatico di qualsiasi strumento? Qualcuno li chiama, con un po' d'invidia, GOTO umani ma non sono alieni, piuttosto i testimoni più evidenti di come il nostro cervello sia ancora lo strumento migliore per vivere la vita e le passioni.

Nella vita, nello sport e nell'astronomia, per diventare bravi bisogna allenarsi e non scoraggiarsi mai. Tutti prima o poi, se tengono duro, ce la faranno a raggiungere i propri obiettivi. Una lezione astronomica che diventa anche un'importante lezione di vita, perché, in fin dei conti, il cielo è la più grande scuola di vita che potremo mai ricevere. Un motivo in più per amare l'astronomia!

Nel corso di secoli di osservazioni molti astronomi hanno scrutato il cielo e catalogato tutti gli oggetti diversi dalle singole stelle, ben prima di capire cosa fossero in realtà. Il primo a compiere questa grande opera di scoperta e catalogazione fu un signore francese di nome Charles Messier. Con il suo piccolo telescopio, simile a un moderno rifrattore da 80 mm di diametro, era impegnato nella caccia alle comete, le star indiscusse del 700. Nel suo peregrinare per il cielo alla ricerca di piccoli punti nebulosi in lento spostamento, si imbatté nel corso degli anni in 110 oggetti che spesso somigliavano alle comete ma che non si spostavano mai.

Il famoso catalogo di Messier raccoglie gli ammassi, le nebulose e le galassie più brillanti del cielo osservabili dalle nostre latitudini: questa è la nostra prima fonte da cui attingere

per iniziare a esplorare lo spazio profondo.

Gli oggetti del catalogo di Messier sono identificati con una M seguita da un numero da 1 a 110 e sono sparsi ovunque nel cielo. Ad esempio la galassia di Andromeda è denominata M31, la grande nebulosa di Orione M42, e così via. Ogni software di simulazione del cielo ci dirà con precisione dove sono gli oggetti di Messier. Tutti sono visibili persino con un buon binocolo e diventano quindi evidenti mano a mano che aumenta la potenza (il diametro!) del nostro telescopio.

Strumenti da 90 mm ci faranno vedere spesso informi batuffoli luminosi, mentre un Dobson da 200 mm (che costa meno di un rifrattore da 90 mm!) consentirà di vedere i dettagli e le caratteristiche di tutti. Sul mio sito web sono raccolte tutte le immagini e le descrizioni degli oggetti del catalogo Messier, basta seguire questo indirizzo:

http://www.danielegasparri.com/messier/index_messier.html

Quando saremo un po' più esperti, o se vorremo divertirci con qualche sfida, potremo gettarci nel catalogo NGC, contenente la bellezza di oltre 7800 oggetti del cielo profondo, questa volta anche nell'emisfero sud. Compilato nella seconda metà dell'800, quando i telescopi erano molto più potenti di quelli di Messier, contiene tutti gli oggetti del catalogo dell'astronomo francese e molti altri che non aveva visto o aveva deciso di ignorare.

Alcuni, come il doppio ammasso del Perseo, sono addirittura visibili a occhio nudo. Quasi tutti sono alla portata di un telescopio da 200 mm, anche se alcuni sono deboli e difficili da rintracciare.

Questi oggetti sono catalogati con la sigla NGC seguita da un numero. Il doppio ammasso del Perseo, ad esempio, formato da due ammassi aperti, ha la doppia denominazione NGC869-884.

Ci sono anche altri cataloghi, specializzati in classi diverse, ma contengono oggetti sempre più difficili da osservare.

Direi che come inizio non c’è male. Pensare che se ne osservassimo due ogni sera, tutte le sere (senza considerare nuvole e Luna), non ci basterebbero 10 anni! Se con i pianeti siamo rimasti delusi perché sono solo quattro quelli interessanti, ora non ci possiamo di certo lamentare per la mancanza di possibilità!

A ogni stagione i suoi oggetti

Forse già adesso e sicuramente con il passare del tempo capiremo qual è la classe di oggetti del cielo profondo che preferiamo. La mia sono gli ammassi globulari perché mostrano molti dettagli, ma non disdegno anche le galassie, benché molto più elusive. Sebbene il cielo sia molto grande e ci offra ogni notte una gran varietà di corpi celesti, è meglio sapere che ci sono stagioni più indicate per le galassie e altre per gli ammassi stellari e le nebulose.

D'estate e d'inverno nel cielo è ben presente la striscia lattiginosa lasciata dalla Via Lattea. La grande quantità di stelle, gas e polveri oscura quasi del tutto la debole luce delle altre galassie poste dietro di essa, quindi queste stagioni sono le più adatte per le nebulose e gli ammassi stellari.

L'autunno e soprattutto la primavera sono i periodi migliori per osservare le galassie. Tra Marzo e Giugno avremo la massima concentrazione di questi fiocchetti grazie alla presenza dell'ammasso della Vergine, un agglomerato di centinaia di galassie che orbitano le une attorno alle altre, molte delle quali visibili con i nostri telescopi al confine tra le costellazioni del Leone e della Vergine. In quest'area di cielo, spazzolando un po' a caso con il nostro strumento e un ingrandimento basso (o anche con un buon binocolo) incontreremo decine di piccoli fiocchetti indistinti. È il modo in cui l'Universo ci dà il benvenuto tra le sue creazioni più belle e imponenti.

È impossibile per me parlare di tutti gli oggetti del cielo profondo che possiamo osservare con il nostro telescopio e se non lo fosse preferirei comunque non farlo, perché non c'è gusto nell'esplorazione se già sappiamo cosa ci attende. Mi limito

quindi a elencare gli oggetti più belli e facili da osservare giusto per stimolare la voglia di scoprire.

Ora che il cielo lo conosciamo un po' meglio, non farò più la distinzione a seconda delle stagioni, ma in base al tipo di oggetti, inserendo anche una categoria di cui non ho ancora parlato: le stelle doppie.

D'ora in poi è tutto in mano nostra. Io da insegnare non ho più molto perché ora possiamo vivere di emozioni e queste non ha il diritto di insegnarcele nessuno. Siamo in cima a una lunga scala fin quasi alle stelle, ora sta a ognuno di noi, da solo, fare l'ultimo e più importante passo per vivere l'Universo nel modo che più ci piace.

Stelle doppie

Le stelle doppie sono gli oggetti del cielo profondo più facili da osservare, perché generalmente piuttosto brillanti.

Oltre la metà delle stelle della nostra Galassia non è isolato ma possiede almeno una compagna con la quale dividere l'orbita.

I sistemi multipli sono quindi formati da almeno due stelle che orbitano attorno al comune centro di massa.

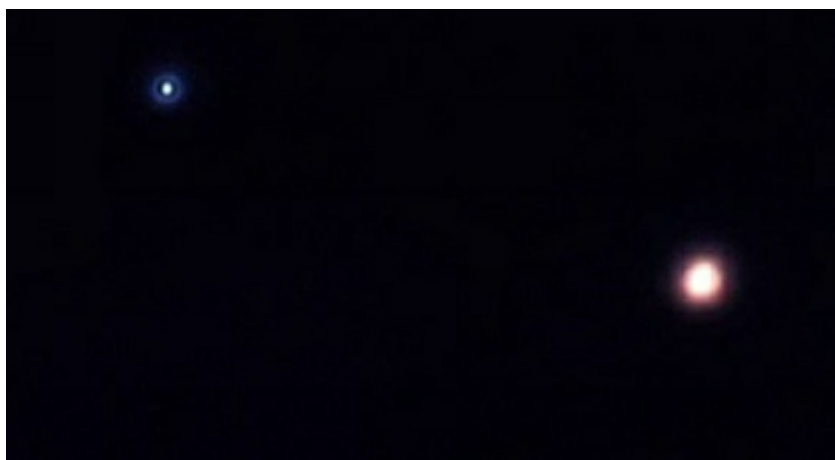
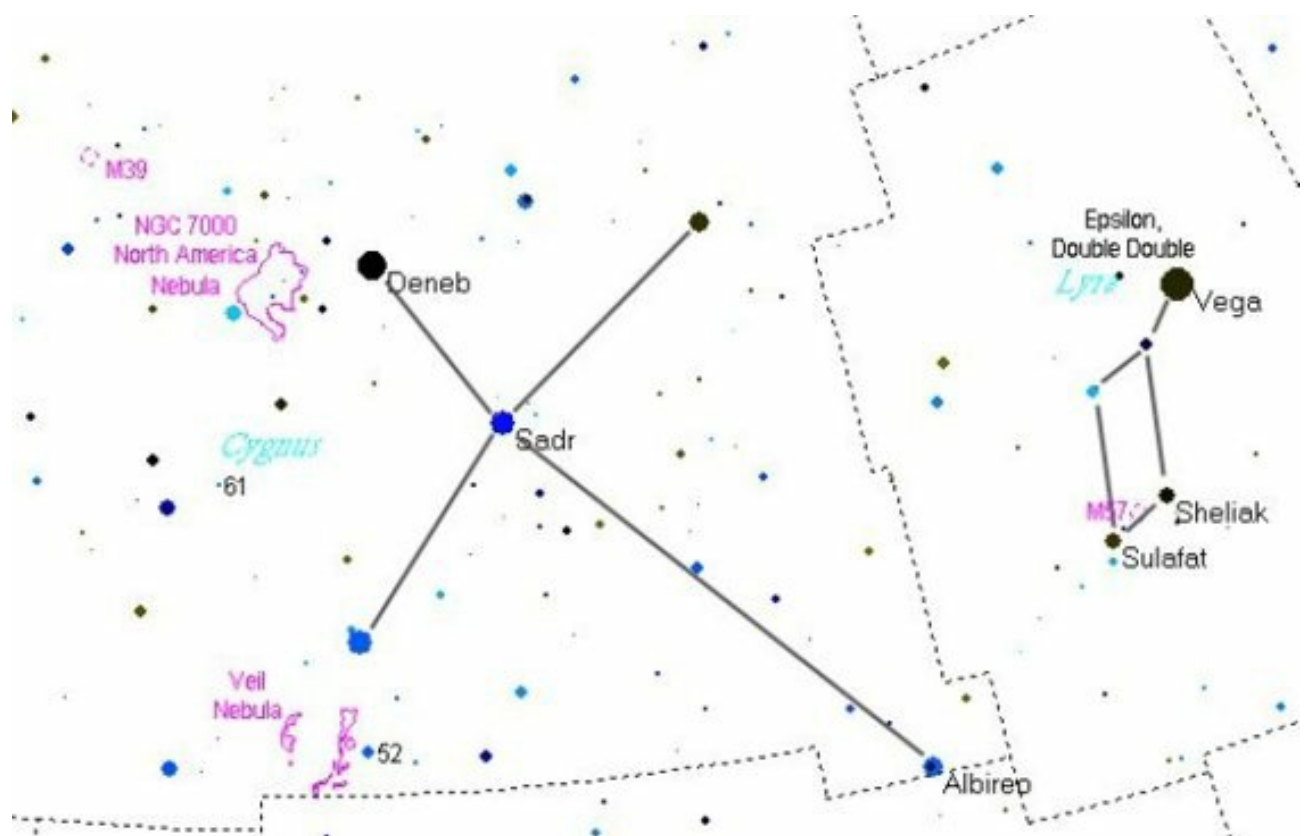
L'osservazione telescopica delle stelle doppie è molto appagante e facile da condurre con ogni telescopio, che vi svelerà dettagli e colori molto simili a quelli visibili nelle fotografie: si tratta di uno dei rarissimi casi nei quali una fotografia mostra esattamente ciò che un occhio ben allenato può percepire.

Quasi tutte le stelle doppie reali appaiono come un'unica componente a occhio nudo e manifestano la loro natura solamente al telescopio.

Il cielo è ricchissimo di sistemi multipli molto spettacolari: la più bella è Albireo (β Cygni), formata da due componenti, una di colore arancio, l'altra azzurro, separate di 34", alla portata di ogni telescopio utilizzato a ingrandimenti maggiori delle 30 volte. La visione è davvero emozionante proprio grazie all'evidente gioco di colori, che testimonia profonde diversità tra le due stelle.

Un altro sistema molto interessante è rappresentato da ε (epsilon) Lyrae, composto addirittura da ben 4 componenti! Le due principali sono separate da 210" e costituiscono un ottimo test per l'occhio nudo: un occhio perfetto riesce a separarle, a fatica, senza alcun ausilio ottico. Un binocolo e qualsiasi piccolo telescopio mostrano le due componenti perfettamente separate.

Un rifrattore da 80 mm o un riflettore da 114 mm, utilizzati

ad almeno 150 ingrandimenti, vi faranno capire che ognuna delle due componenti è in realtà doppia, con separazioni di circa 2,5”. Queste costituiscono un ottimo test per la qualità delle ottiche di un telescopio da 60 mm; solamente se lavorato in modo perfetto lo strumento vi mostrerà le singole stelle. Le stelle doppie strette (quelle con angoli di separazione inferiori ai 5”) costituiscono quindi anche delle severe prove per la qualità ottica dei nostri strumenti.

Albireo, magnifica stella doppia nella costellazione del Cigno. Le due componenti sono separate da 34” e hanno colorazioni molto diverse.

Albireo e la doppia-doppia Epsilon Lyrae sono tra le stelle doppie più belle del cielo, ben visibili in estate e autunno. Albireo si separa con qualsiasi telescopio. Le due componenti principali di Epsilon Lyrae si riescono a separare persino a occhio nudo se abbiamo una vista perfetta. Le quattro componenti si osservano anche con un rifrattore da 60 mm di diametro ad alti ingrandimenti.

Ammassi aperti

Gli ammassi aperti, a causa della posizione nel disco affollato e denso della Via Lattea, sono oggetti piuttosto giovani, astronomicamente parlando. Sono pochissimi gli ammassi aperti con un'età superiore a un miliardo di anni, proprio perché questi oggetti sono destinati a dissolversi dopo qualche centinaio di milioni di anni.

Anche il Sole si pensa sia nato 4,6 miliardi di anni fa come componente di un ammasso composto da almeno una cinquantina di stelle. Alcune di esse, le più massicce, sono ormai esplose da tempo; le altre hanno seguito semplicemente una strada diversa dissolvendo l'ammasso aperto iniziale. Questo da una parte è un peccato, perché il cielo sarebbe stato molto più ricco di stelle brillanti, mentre dall'altra parte è un bene, perché una eventuale esplosione di una stella come supernova a una distanza inferiore a 150 anni luce potrebbe potenzialmente cancellare ogni traccia di vita dalla Terra, a causa dell'intensa emissione di raggi gamma.

Gli ammassi aperti sono sicuramente gli oggetti più facili e brillanti da osservare dopo le stelle doppie.

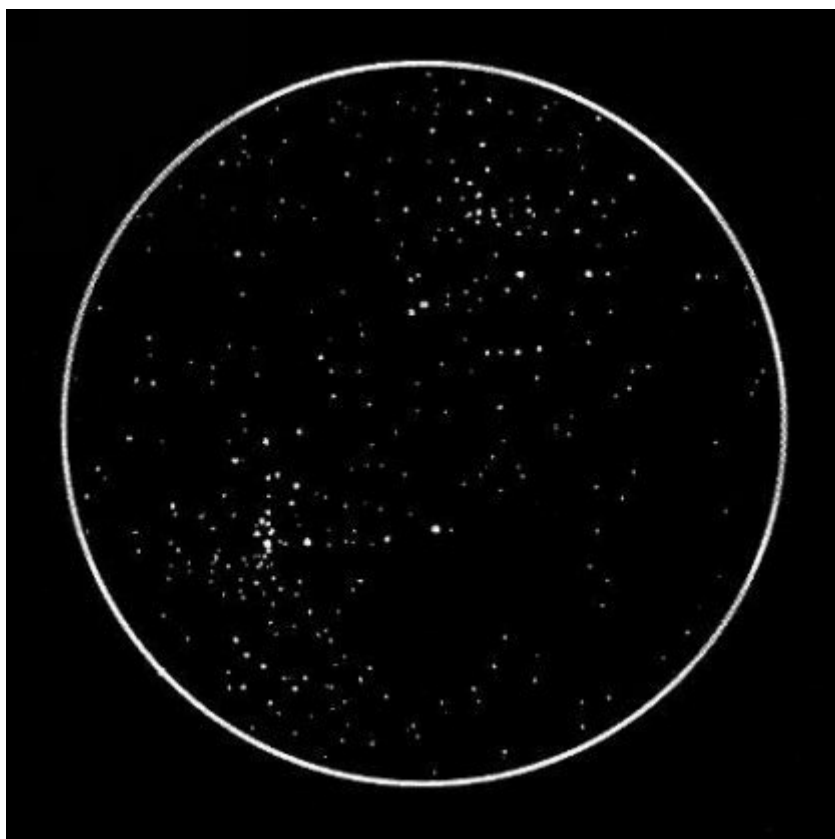
Vista la concentrazione nel disco della Via Lattea, le stagioni migliori sono l'inverno e l'estate.

Alcuni tra i più belli sono:

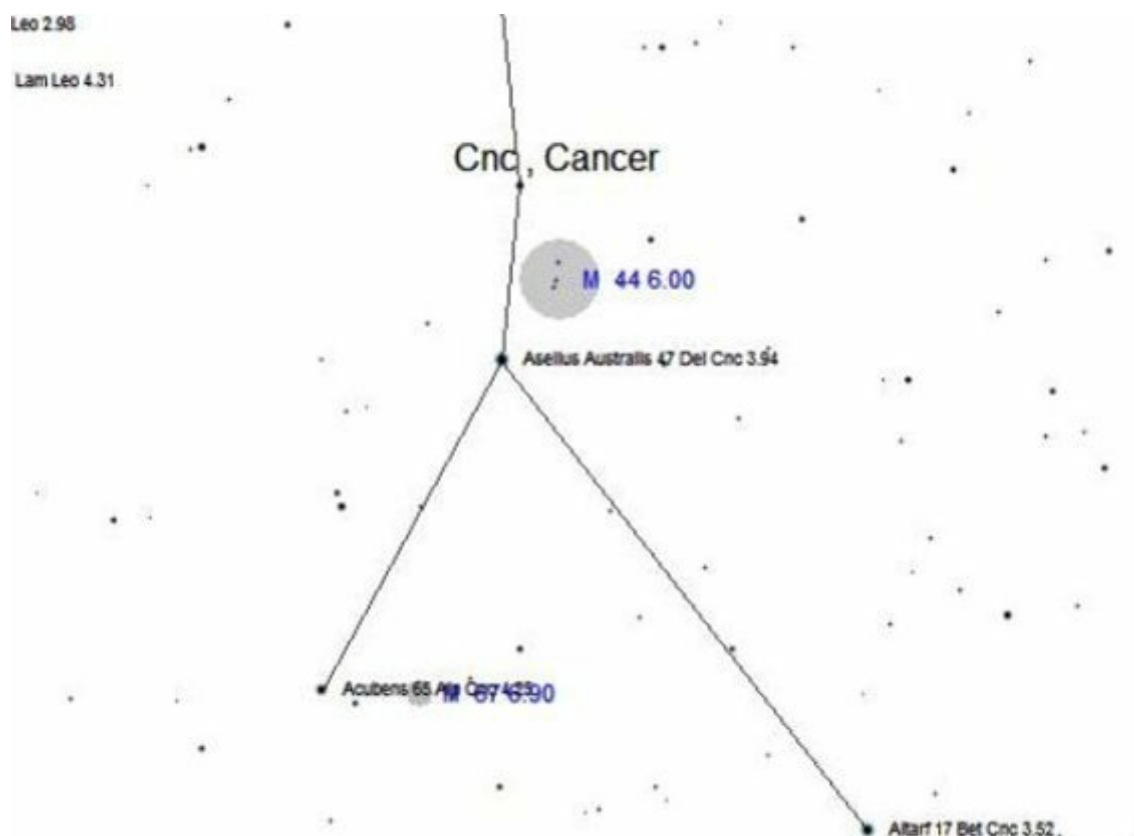
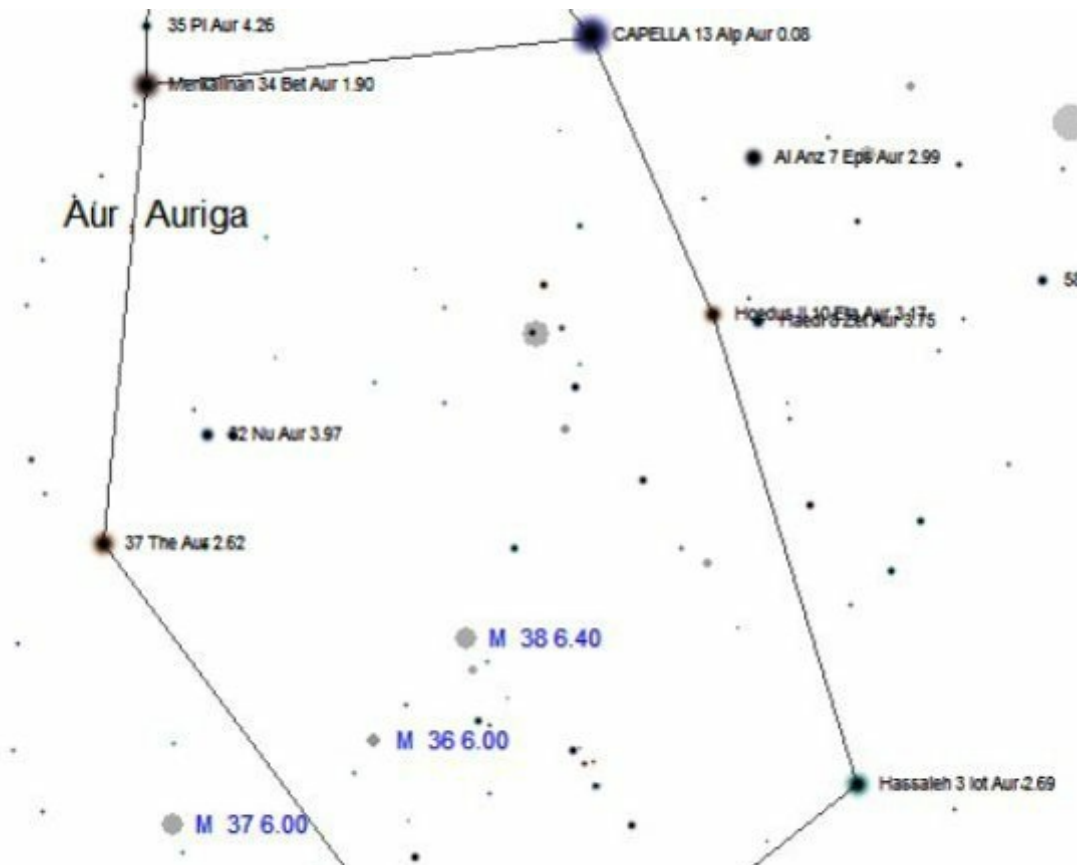
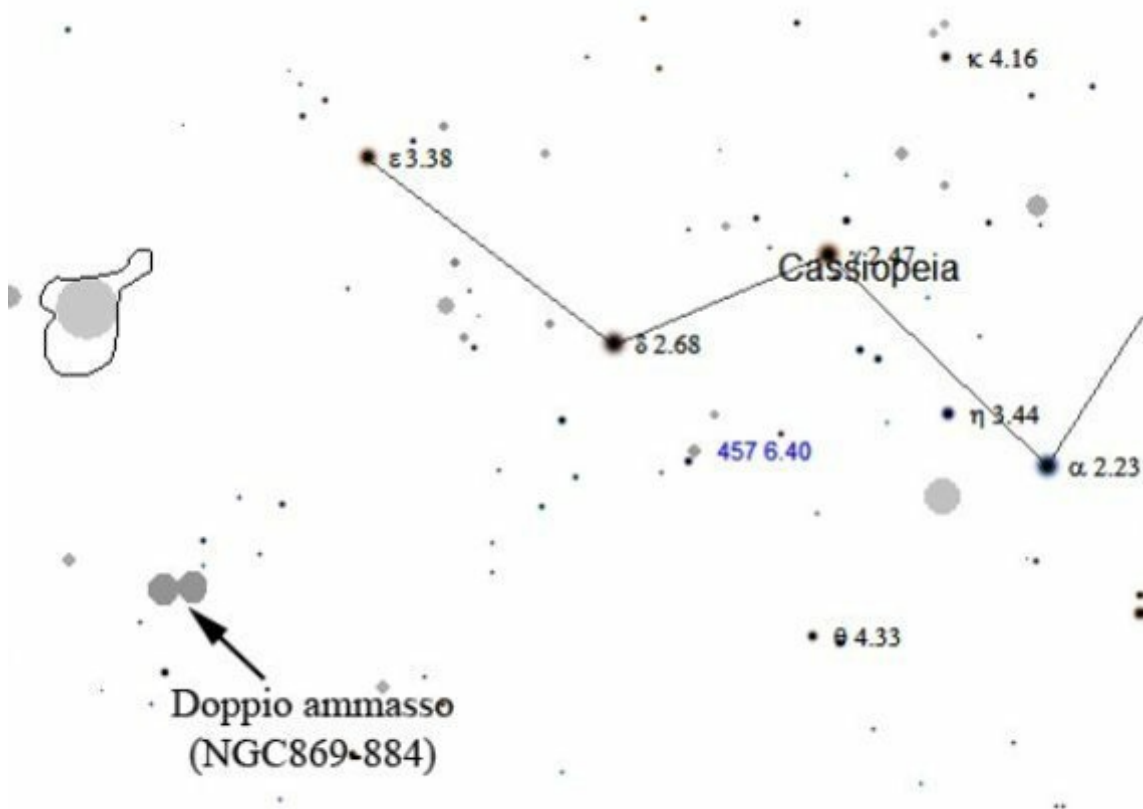
- M45, ovvero le Pleiadi, visibili a occhio nudo nella costellazione del Toro, in autunno e in inverno.

  Ammasso spettacolare con ingrandimenti bassi, inferiori alle 50 volte, composto da stelle giovani di colore azzurro e una tenue nebulosità visibile solo con strumenti di almeno 150 mm e cieli scuri.

- NGC869-884, ovvero il doppio ammasso del Perseo, visibile a occhio nudo come una nuvola indistinta nell'omonima costellazione, vicino al confine con Cassiopea. Si tratta, forse, dell'ammasso aperto più bello. Qualsiasi telescopio utilizzato a bassi ingrandimenti (30-50X) vi permette di osservare tutti e due gli ammassi, composti da almeno un centinaio di stelle, alcune delle quali mostrano colorazioni che vanno dal giallo-arancio all'azzurro. Un telescopio da 150 mm vi permette di aumentare il numero di deboli stelle e di entrare nel cuore dei due ammassi, riempiendo l'oculare di tantissime gemme. Come tutti gli ammassi aperti, perde di spettacolarità con ingrandimenti eccedenti le 100 volte, a causa della grande estensione apparente.
- M44, detto ammasso del Presepe, nella costellazione del Cancro, è facile da avvistare a occhio nudo, ad est dell'imponente costellazione del Leone. Si tratta di un ammasso meno spettacolare del precedente, ma interessante perché abbastanza compatto.
- M11, detto ammasso dell'Anitra Selvatica è il più concentrato. Le sue stelle, strettamente avvolte in uno spazio pari alla metà delle dimensioni apparenti della Luna piena (14'), sono alla portata di uno strumento da 80 mm. Un telescopio da 150 mm vi consentirà di individuare tutte le deboli componenti che formano questo curioso oggetto, posto nella debole costellazione dello Scudo (Scutum in latino).

Le Pleiadi (M45) sono l’ammasso aperto più brillante e conosciuto del cielo. Facile da osservare nelle notti invernali e autunnali nella costellazione del Toro. Questo disegno mostra come appaiono all’oculare di un telescopio da 150 mm a 20X.

Il doppio ammasso del Perseo (NGC869-884) è visibile a occhio nudo come una debole condensazione lungo la Via Lattea invernale, non lontano

dalla costellazione di Cassiopea. In questo disegno come appare con un telescopio di circa 100 mm.

Elenco di alcuni ammassi aperti da osservare nel cielo

M 44 è detto ammasso Presepe ed è visibile a occhio nudo, in primavera, sotto cieli moderatamente scuri. Se invisibile, allora il cielo dal quale osservate è troppo luminoso e non vi permette di osservare oggetti deboli; meglio dirigersi verso i pianeti. Situato nel cuore della costellazione del Cancro, è un soggetto stupendo con binocoli e ogni telescopio, purché si utilizzino bassi ingrandimenti.

Nella costellazione del Cocchiere (Auriga), nel cuore della Via Lattea invernale, si trovano numerosi ammassi aperti, alcuni visibili anche a occhio nudo. M36-37-38 sono oggetti facilissimi da osservare con ogni strumento e veramente spettacolari. Uno sguardo nel cuore di questa costellazione vi mostrerà numerosi altri agglomerati minori, con diverse colorazioni e forme.

Il doppio ammasso del Perseo è formato da due ammassi aperti prospetticamente vicini, visibili a occhio nudo sotto cieli scuri. Si tratta, probabilmente, dell'ammasso stellare più bello da osservare, pieno di stelle e colori che riempiono il campo degli oculari di ogni strumento. A differenza degli altri oggetti, la visione degli ammassi aperti è suggestiva con ogni telescopio e si avvicina a quella delle fotografie.

Ammassi globulari

Sono gli abitanti più antichi dell'Universo e si trovano nell'alone delle galassie.

Gli ammassi globulari sono composti da centinaia di migliaia di stelle raggruppate in uno spazio di qualche decina di anni luce. Si pensa si tratti di quelli che possono essere considerati a tutti gli effetti nuclei di primordiali galassie. Quasi tutti gli ammassi globulari, infatti, sono più antichi delle galassie che li ospitano, segno che probabilmente l'unione di questi oggetti, che popolavano in gran numero il giovane Universo oltre 10 miliardi di anni fa, ha poi contribuito a creare le galassie stesse. Gli ammassi che possiamo osservare, quindi, sono alla stregua degli asteroidi per il Sistema Solare: relitti fossili di antichi e violenti processi di formazione stellare.

Al telescopio sono spettacolari se si riescono a risolvere le singole stelle.

Tutti i globulari della Galassia sono osservabili con strumenti di almeno 80 mm; alcuni, i maggiori, anche con un modesto binocolo o a occhio nudo, se il cielo è scuro.

Gli ammassi globulari sono forse gli oggetti per i quali si fa più sentire un crescente diametro del telescopio. Strumenti da 60-80 mm mostrano solamente una piccola condensazione priva di qualsiasi struttura stellare, molto simile a una nebulosa (e io questo lo so molto bene!). Telescopi da 100-120 mm cominciano a mostrare una evidente granulosità negli ammassi più vicini e luminosi. Non si riescono a osservare ancora le singole stelle, ma è possibile intuire la natura stellare dell'oggetto. Strumenti a partire dai 150 mm permettono di risolvere, usando ingrandimenti di almeno 100 volte, l'intera struttura dei principali, tra cui M13

ed M22. Il campo dell'oculare pullula di migliaia di stelline piccole ma distinte, che sembrano esplodere nel centro dell'ammasso. Tutte hanno età superiori a 10 miliardi di anni; molte sono antiche quasi quanto l'Universo. Emozionante!

L'osservazione degli ammassi globulari con telescopi da 200-250 mm è forse l'attività più bella dell'intera volta celeste: non troveremo mai altri oggetti in cui osservare migliaia di stelle in uno spazio così piccolo!

Benché simili, nessun ammasso globulare, se osservato attentamente, è uguale a un altro. Una bella sfida sta proprio nel capire le differenze tra i diversi oggetti, magari aiutandosi con una matita e il classico taccuino.

Gli ammassi globulari più belli da osservare sono:

- M13: il grande ammasso di Ercole, nell'omonima costellazione, passa quasi sopra la testa nelle calde notti estive. La sua magnitudine integrata (ovvero totale) è di 5,9 ed esso costituisce un ottimo test per valutare la bontà di un sito osservativo. Se il vostro occhio riesce a scorgerlo, almeno in visione distolta, senza l'ausilio di alcuno strumento, allora il cielo dal quale osservate è di buona qualità e potrà regalarvi belle soddisfazioni. Dai cieli migliori del mondo, sfortunatamente assenti in Italia, M13 è facile da vedere a occhio nudo anche in visione diretta.

Si mostra già brillante ed evidente nei piccoli cercatori dei telescopi e in strumenti di modesta apertura, come rifrattori da 60-70 mm o strumenti a specchio di 90-114 mm. Le sue stelle più luminose sono di magnitudine 11,5 ed è necessario almeno uno strumento da 120 mm per cominciare a svelare la sua natura stellare. Un telescopio da 200-250 mm, utilizzato a un ingrandimento di 100 volte, riempie il campo dell'oculare di

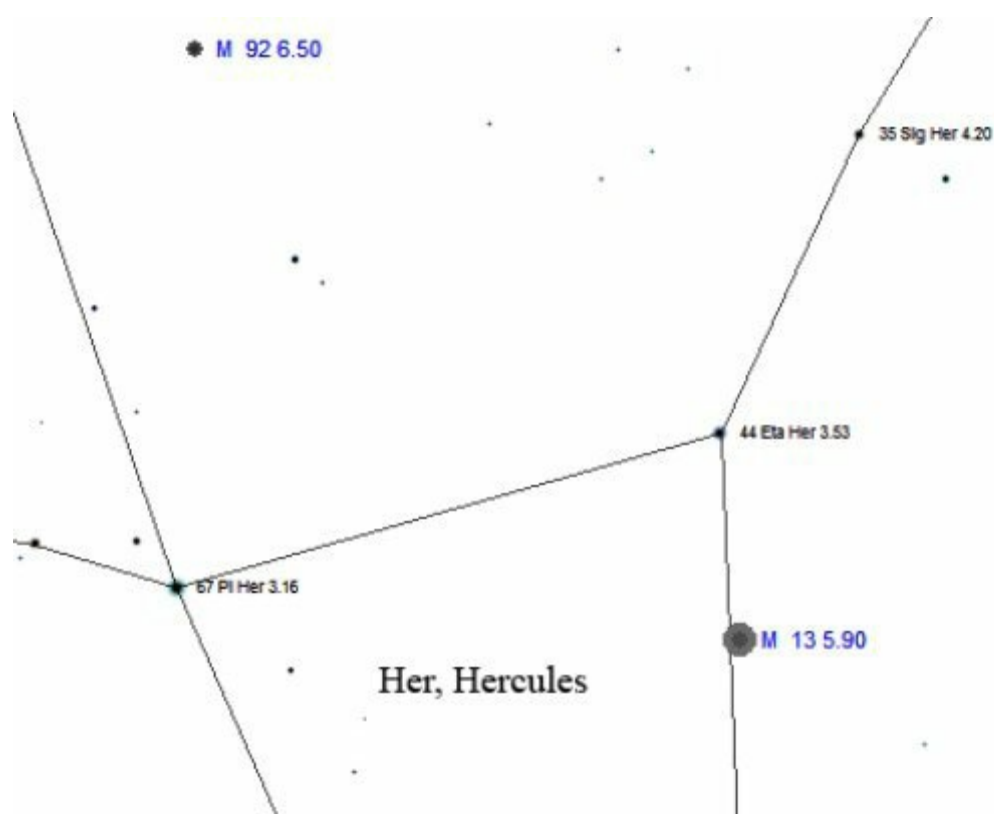
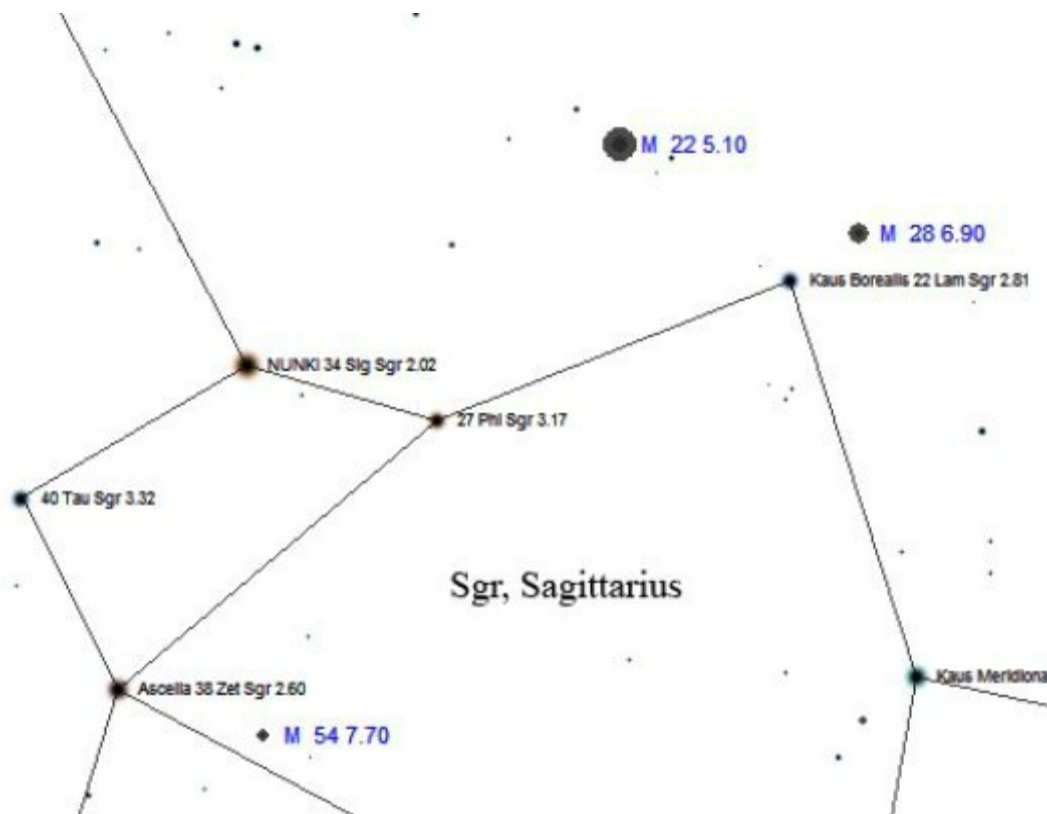
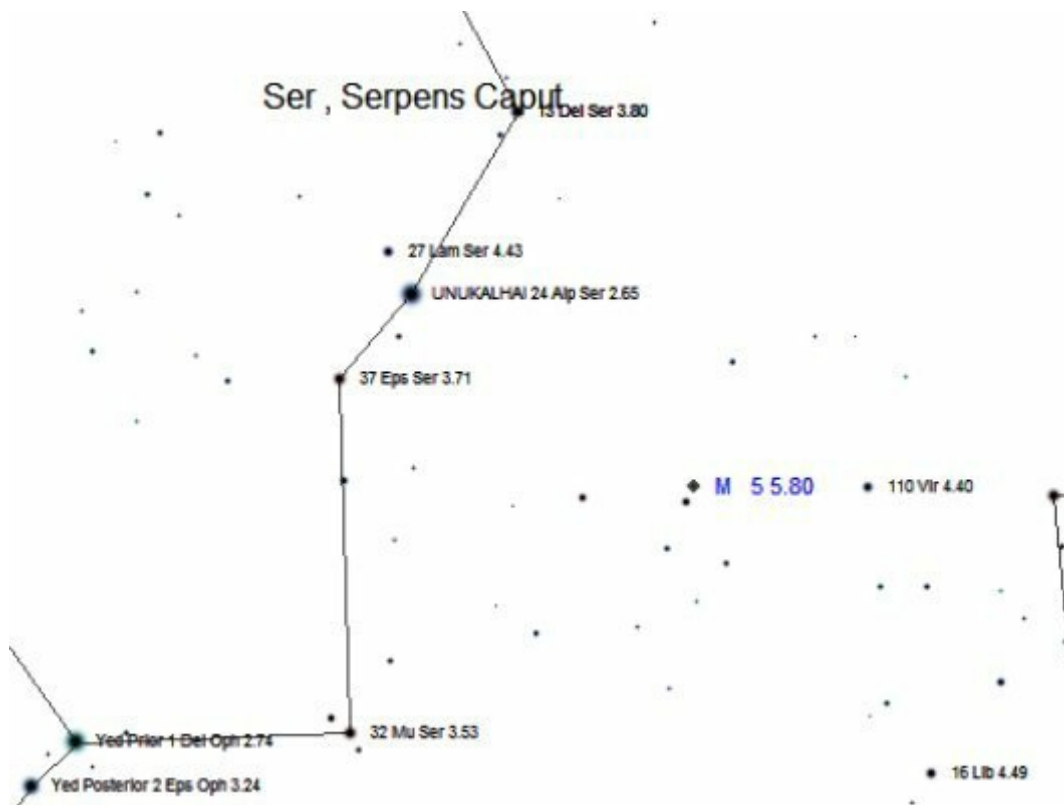
migliaia di debolissime stelline: uno degli spettacoli più belli ed emozionanti da osservare.

- M22 è più brillante di M13, ma si trova nella costellazione del Sagittario, quindi sempre basso sull'orizzonte. Se disponete di un cielo scuro presso l'orizzonte sud, lo potete osservare e risolvere anche a partire da strumenti di 114 mm.

Le dimensioni apparenti simili a quelle della Luna ne fanno l'obiettivo per oculari a grande campo apparente, con i quali avrete l'impressione di volarci sopra. Con strumenti da 150 mm e ingrandimenti di 100 volte appare quasi interamente risolto nelle singole componenti.

- M4 è meno spettacolare, ma più facile da risolvere perché meno denso rispetto agli altri. È situato nella costellazione dello Scorpione, vicino alla brillante Antares. Facilissimo da identificare, si osserva meglio a modesti ingrandimenti e con telescopi da almeno 150 mm, sebbene sia visibile con ogni strumento ottico.

Esistono molti altri ammassi globulari bellissimi da osservare, tra i quali M92, M2, M5, M15. Sfortunatamente i più belli e brillanti si trovano nell'emisfero sud e non possono essere visti dalle nostre latitudini. Omega Centauri, che brilla come una stella di magnitudine 4, e 47 Tucanae: sono loro le grandi gemme del cielo.

Elenco di alcuni ammassi globulari da osservare nel cielo

L'ammasso globulare M13 è il più bello del cielo boreale. Visibile a occhio nudo da cieli scuri, è molto facile da puntare. Evidente con ogni strumento, comincia a mostrare le sue stelle a telescopi di 120 mm, utilizzati a oltre 100 ingrandimenti. M92 è il "fratello gemello", leggermente più piccolo. Per risolvere gli ammassi globulari servono strumenti di almeno 150 mm.

M22 è molto luminoso ed esteso quanto il diametro apparente della Luna piena. Più brillante di M13, è penalizzato dalla bassa altezza sull'orizzonte. Da luoghi di montagna, con cieli limpidi fino all'orizzonte, è visibile anche a occhio nudo. Facile da osservare con ogni strumento, mostra le sue stelle, di magnitudine 11,5, a telescopi di almeno 120 mm. Uno strumento da 200 mm lo mostra splendidamente risolto.

M 5 è un globulare piuttosto denso e compatto, nella costellazione del

Serpente (testa), situato in una regione di cielo povera di stelle brillanti. Benché visibile attraverso i cercatori dei telescopi, non è così immediato da rintracciare. Per risolvere la sua struttura occorrono strumenti da 200 mm e ingrandimenti elevati, almeno di 150 volte.

Nebulose

Le nebulose sono forse gli oggetti più interessanti per noi principianti, perché diverse da tutto quello cui siamo abituati a vedere, eppure a volte avare di dettagli e difficili da osservare con profitto.

Le nebulose sono immense distese di gas estremamente rarefatto.

Con questo termine si intende un gas molto meno denso del più spinto vuoto che è possibile creare qui sulla Terra. La densità tipica delle nebulose è di circa 1000 particelle ogni centimetro cubo di spazio. Pensate che l'atmosfera terrestre al livello del mare contiene qualcosa come 10^{19} molecole (1 seguito da 19 zeri, un numero impossibile da pronunciare!).

Una nebulosa rappresenta sia lo stadio antecedente la vita di tutte le stelle, che l'atto finale. Tutte le stelle nascono dalle nebulose e terminano la loro esistenza come nebulose, arricchendo lo spazio interstellare di nuovo materiale, a sua volta utilizzato dalla generazione successiva.

Sotto questo punto di vista, possiamo pensare alle stelle come a degli esseri viventi: nascono, si sviluppano e alla fine della loro vita muoiono espellendo il materiale di cui sono composte, che non andrà però perso, ma sarà parte fondamentale per la nascita di altre stelle.

Esistono diversi tipi di nebulose. Quelle da cui nascono le stelle sono molto estese, almeno una decina di anni luce, e a seconda delle diverse fasi evolutive assumono proprietà e nomi diversi.

Quando nella nebulosa non esistono ancora astri, è estremamente fredda (temperatura prossima a -260°C) e piuttosto

densa, risultando però totalmente invisibile: si tratta delle nebulose oscure.

Quando all'interno di questa nube cominciano a formarsi le prime stelle per compressione di parte del gas, la nebulosa viene riscaldata dalla radiazione e se supera una temperatura di 10000°C emette luce propria, di una tenue colorazione rossastra. Questo tipo di nebulose è detto ad emissione.

Quando la luce delle stelle non è sufficiente a scaldare il gas, oppure quelle più calde e massicce si sono già estinte, la nebulosa diffonde e riflette la luce delle stelle contenute o osservate dietro la sua linea di vista, e analogamente a un banco di nebbia illuminato da un faro, si rende visibile. Queste nebulose sono dette a riflessione.

Quando una stella esaurisce il carburante al suo interno (principalmente idrogeno) si avvia verso la fine della sua esistenza.

Alcune, a seconda di quanta materia contengono, possono bruciare l'elio e altri elementi, attraversando diverse fasi, dette di gigante rossa o supergigante rossa (solo per le più massicce).

Prima o poi, comunque, la vita della stella è segnata. Se la massa è inferiore alle 8 volte quella del Sole, la gigante rossa, finito di bruciare pure l'elio, comincia ad espellere gradualmente gli strati più esterni, in un processo che in qualche migliaio di anni darà vita a una splendida nebulosa planetaria.

Se la stella ha una massa superiore alle 8 volte quella del Sole, la sua fine è molto violenta. Dopo aver consumato tutto il carburante nel centro (fino a formare un nucleo di ferro), la stella improvvisamente collassa su se stessa. L'immensa onda d'urto provoca una immane esplosione, detta supernova, che distrugge gran parte della struttura stellare e lancia nello spazio, a una

velocità di decine di migliaia di chilometri al secondo, il materiale di cui è fatta.

Durante questa esplosione, la cui durata tipica è intorno a un mese, le energie sono così alte che vengono prodotti, per fusione nucleare, tutti gli elementi più pesanti del ferro, tra cui l'oro, l'argento, il platino e molti altri metalli. In effetti, tutti gli elementi presenti nell'Universo, quindi anche sulla Terra, il cui peso atomico è superiore a quello del ferro, sono stati prodotti in queste violentissime fasi della morte di una stella massiccia. Se avete sotto mano un gioiello d'oro, ora sapete che esso proviene dall'esplosione di qualche stella, in chissà quale parte della Galassia, molto tempo prima della formazione della Terra e del Sole (4,6 miliardi di anni fa).

L'energia liberata ogni secondo dall'esplosione di una supernova è spaventosamente alta, superiore a quella emessa dall'intera galassia nella quale esplode. Le supernovae infatti, sono visibili anche a distanza di centinaia di milioni, se non miliardi, di anni luce.

Con il passare del tempo, quando l'energia iniziale è ormai scemata, i segni di questa esplosione si manifestano con la comparsa di una nebulosa, detta resto di supernova, nient'altro che i pezzi di stella scagliati nello spazio.

Nebulose planetarie e resti di supenovae, originandosi dalla fine di una singola stella, hanno dimensioni ridotte, nettamente inferiori rispetto alle grandi distese di gas dalle quali nascono e si sviluppano. Inoltre questi oggetti hanno una vita relativamente breve, raramente superiore ai 100.000 anni.

Tutte le nebulose brillanti (quindi eccetto quelle oscure) possono essere spettacolari al telescopio, soprattutto ora che si conoscono le proprietà e i meccanismi ad esse associati.

L'importante è dimenticarsi delle visioni fotografiche che potete aver visto in giro per libri e riviste: le nebulose non vi mostreranno mai quei colori e quelle estensioni.

Sono oggetti molto, molto diversi da come appaiono in ogni foto: non ci sarà strumento, per quanto grande e potente, che ve le mostrerà come una fotografia a lunga posa.

Le nebulose più indicate e ricche di dettagli sono le piccole planetarie, tra le quali possiamo citare M57, la famosa nebulosa ad anello nella Lira e M27, nella piccola costellazione della Volpetta.

Le nebulose planetarie sono angolarmente piccole, quindi è richiesto un ingrandimento di almeno 100 volte per poterle ammirare con soddisfazione. Fortunatamente sono anche intrinsecamente molto più brillanti delle altre, quindi più facili da osservare. Il cielo è pieno di questi piccoli oggetti dalle forme più disparate.

Le nebulose ad emissione sono molto più estese, ricche di sfumature ma anche estremamente più deboli.

La nebulosa ad emissione per eccellenza è sicuramente la grande nebulosa di Orione (M42), nel cuore dell'omonima costellazione, facile da identificare anche a occhio nudo come una stella sfocata.

Se osservata da un cielo scuro, M42 è la nebulosa più bella di tutte. Un piccolo strumento di 80-100 millimetri consente di vedere anche le 4 stelle presenti nel suo centro, il famoso trapezio. In visione distolta si ha l'impressione di vedere l'immagine di un uccello che si libra nel cielo.

Uno strumento da 200-250 mm restituisce un'immagine da sogno. Sebbene priva di colore, ad esclusione di una tenue tinta verde-azzurra delle regioni centrali, la nebulosa appare

effettivamente simile alle fotografie. Le sfumature di gas sono evidenti, così come le diverse intensità e le trame che percorrono questa immensa distesa di gas. Nessun'altra nebulosa ad emissione è così spettacolare, sebbene ve ne siano di interessanti nel cielo, come M8, la nebulosa Laguna nella costellazione del Sagittario, visibile facilmente a occhio nudo; M20, detta Trifida, 1,4° a nord della Laguna; poi ancora M16, detta nebulosa Aquila, e la vicina (prospetticamente) M17, la nebulosa Omega. Ognuna di queste nebulose ha forme e sfumature particolari, che solo l'allenamento, la visione distolta e un cielo scuro vi permetteranno di ammirare in tutto il loro splendore.

Tutte le nebulose ad emissione si estendono oltre il diametro della Luna; un'osservazione proficua si conduce quindi a bassi ingrandimenti (circa 50X) e possibilmente con oculari dal grande campo apparente.

Le nebulose a riflessione sono deboli e difficili da osservare.

Vale la pena citare la tenue nebulosità attorno all'ammasso delle Pleiadi, visibile con strumenti da almeno 150 mm, la parte nord della nebulosa Trifida, facile preda di ogni strumento, ed M78, nebulosa a riflessione nella costellazione di Orione.

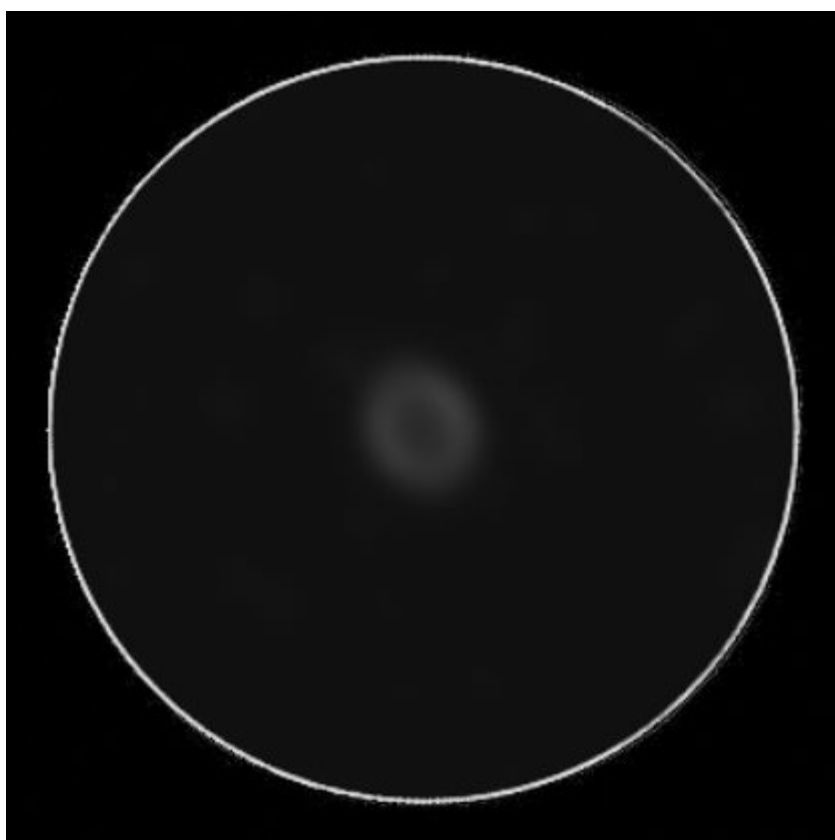
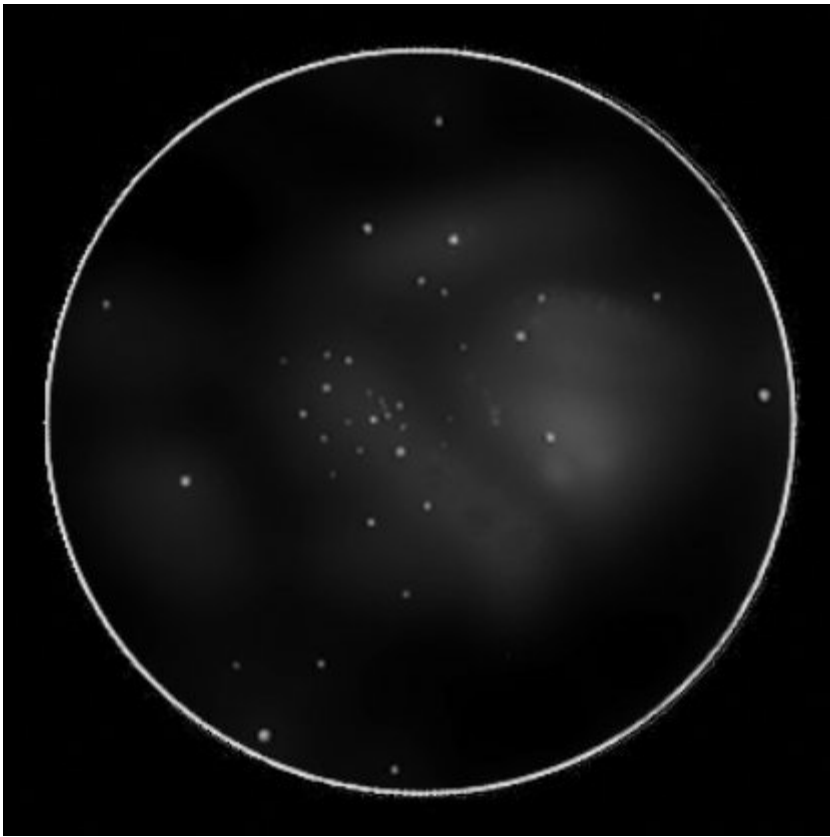
I resti di supernova sono molto rari: solamente M1 è alla portata di ogni strumento, ma non regala particolari emozioni, se non a telescopi maggiori di 200 mm e a occhi esperti.

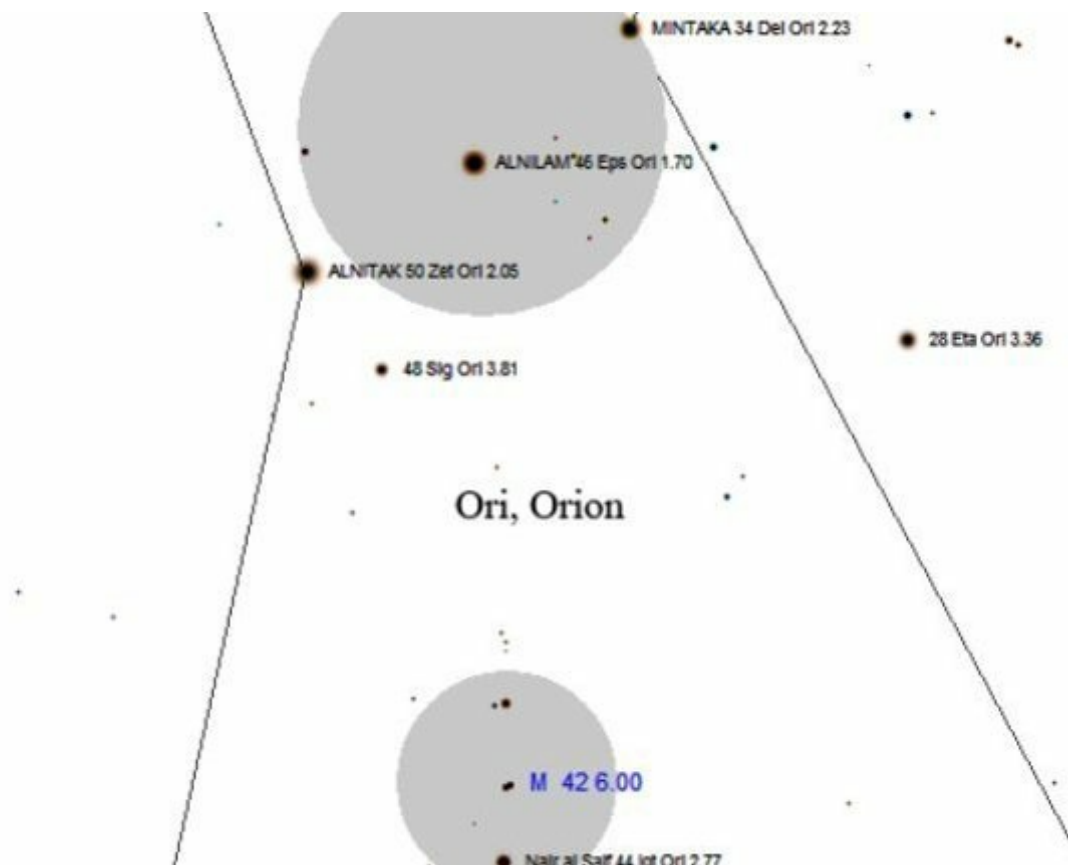
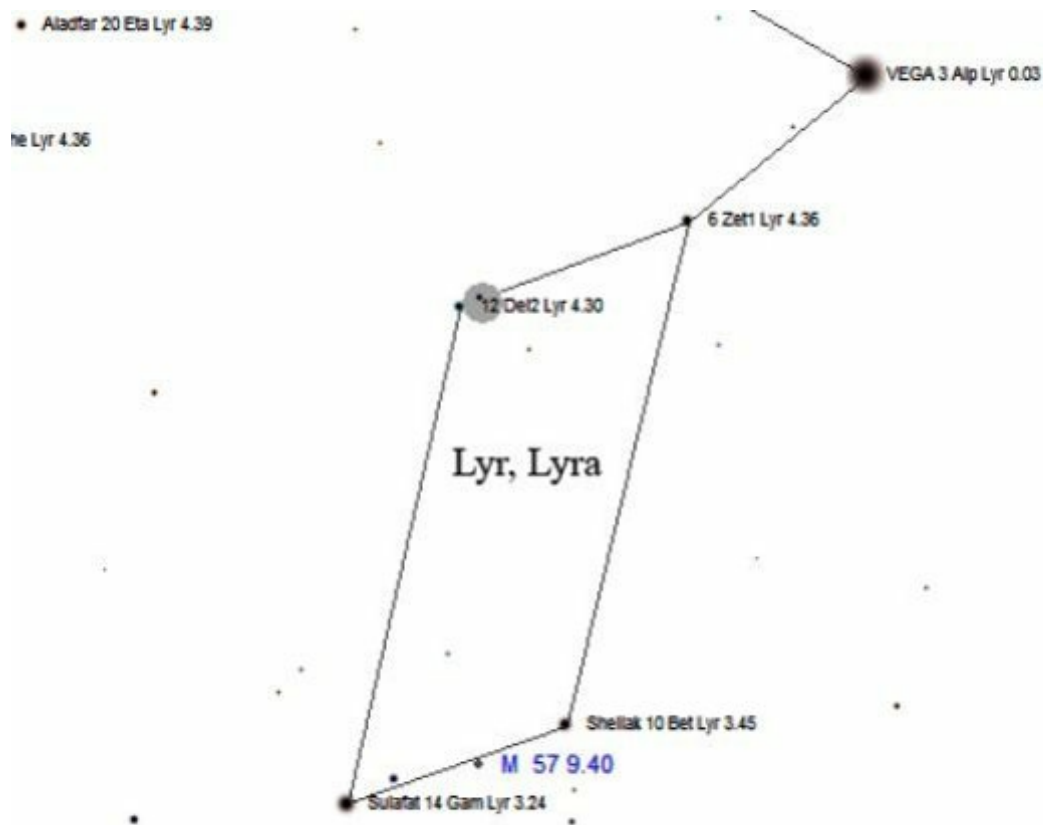
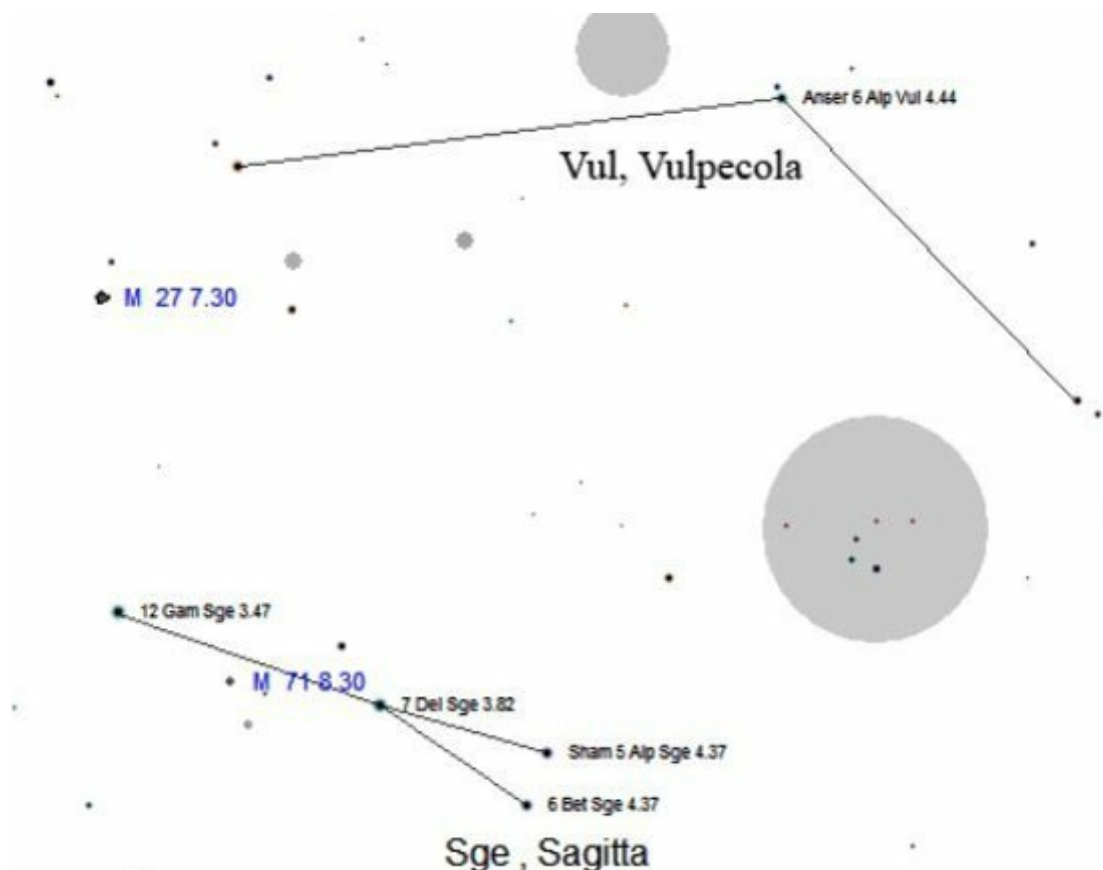
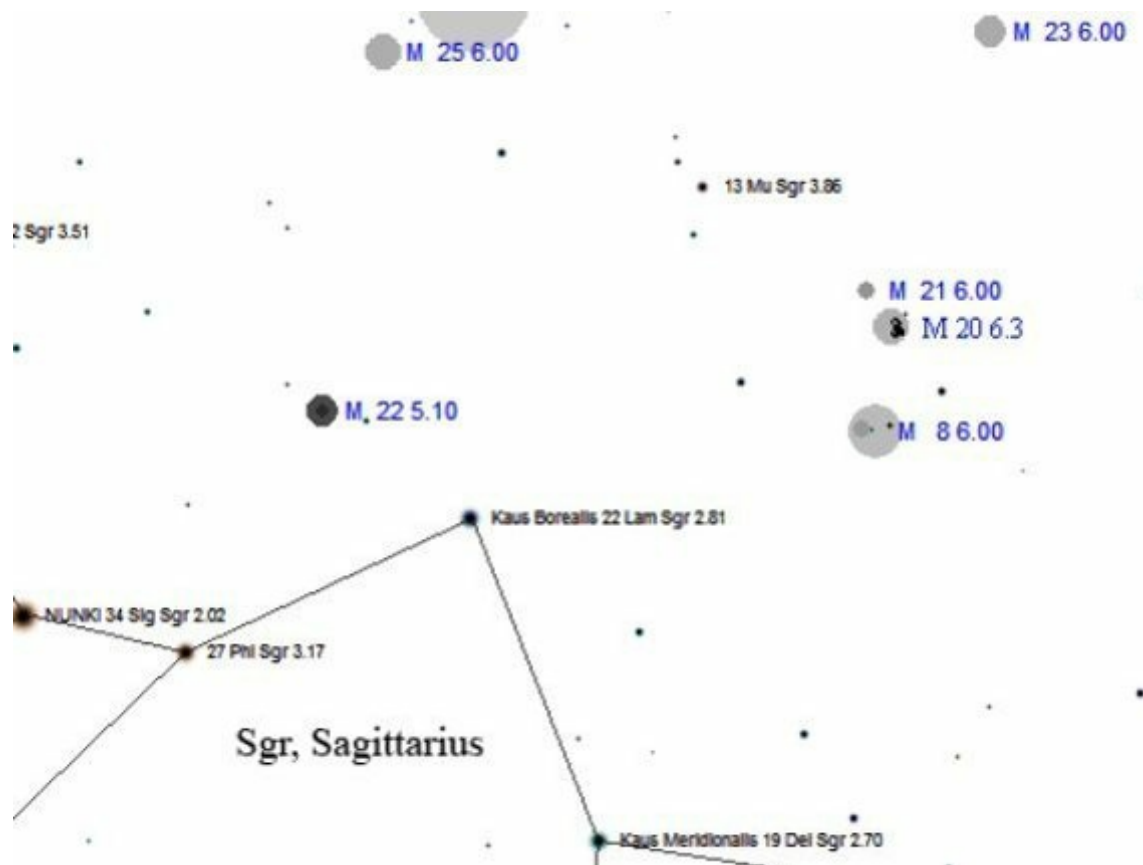
Le nebulose oscure si osservano al meglio a occhio nudo e con un binocolo, guardando lungo il disco galattico, specie quello estivo.

La celebre nebulosa Testa di Cavallo, forse la più famosa di questo tipo, si osserva solo con strumenti oltre i 250 mm.

Il cielo scuro è più che mai fondamentale e determina l'aspetto della nebulosa e la visibilità delle parti più tenui, che

sfumano delicatamente nel fondo cielo. Naturalmente, anche la presenza della Luna sopra l'orizzonte disturba e non poco, tanto che per osservare al meglio questi oggetti e le galassie è necessaria la totale assenza di qualsiasi falce di Luna in cielo. Se così non è, meglio dedicarsi ad altro: pianeti, ammassi aperti, la Luna stessa.

Gli osservatori più esigenti ed esperti possono migliorare la visione delle nebulose ad emissione, planetarie e resti di supernova utilizzando dei filtri nebulari, o un più selettivo filtro OIII, centrato sull'emissione verde dell'ossigeno ionizzato due volte, tipica delle distese di gas caldo. Cieli scuri, telescopi di almeno 200 mm e un ottimo filtro OIII sono i protagonisti ideali per uno spettacolo di sfumature e forme che molto difficilmente si potrà dimenticare.

Aspetto di alcune nebulose all'oculare di un telescopio di circa 150-200 mm, sotto un cielo molto scuro. In alto: la piccola nebulosa planetaria M57 nella costellazione della Lyra. In basso: la grande nube ad emissione detta Laguna (M8), nel cuore della Via Lattea estiva .

Elenco di alcune nebulose da osservare nel cielo

La grande nebulosa di Orione (M42) è la più famosa del cielo boreale. Le sue tenui sfumature, l’accenno di colore al centro, dove si trova l’ammasso aperto detto trapezio, fanno di questo oggetto uno dei più belli.

M57 è la nebulosa planetaria più famosa del cielo. Soprannominata nebulosa ad anello, a causa della sua forma visibile, seppure a fatica, con strumenti di almeno 100 mm. Come ogni nebulosa planetaria, ha modeste dimensioni apparenti ma elevata luminosità superficiale, rendendosi visibile con ogni strumento.

M27 è un'altra nebulosa planetaria, nella debole costellazione della Volpetta. Facile da osservare anche con i binocoli, dà il meglio di sé al telescopio. La sua forma particolare e le deboli sfumature presenti sono alla portata di telescopi da 200 mm, aiutandosi, magari, con un filtro nebulare. Ottimi per le nebulose planetarie e quelle ad emissione sono i filtri OIII.

Nelle notti estive, a sud, troviamo la costellazione del Sagittario, sovrapposta al centro della nostra Galassia. La nebulosa Laguna (M8) è evidente a occhio nudo come una piccola nube indistinta. 1,4° a nord si trova M20, detta nebulosa Trifida, visibile anche con un binocolo. Sono oggetti magnifici con strumenti di 150 mm.

Galassie

Tutti gli oggetti visti finora appartengono alla nostra Galassia, la Via Lattea.

Nell'Universo si pensa esistano almeno altre 500 miliardi di galassie, contenenti centinaia di miliardi di stelle, milioni di nebulose, migliaia di ammassi stellari e, con tutta probabilità, miliardi di altri pianeti. L'Universo non è limitato a ciò che possiamo osservare a occhio nudo; esso è molto, molto più grande di quanto si possa pensare e umanamente immaginare. Pensate che nonostante le 500 miliardi di galassie, oltre il 90% dell'Universo è semplicemente vuoto (o quasi): riuscite a immaginare un volume così immenso da restare in gran parte vuoto nonostante la presenza di 500 miliardi di galassie, ognuna formata da centinaia di miliardi di Soli?

Il fascino di poter osservare altre galassie, di spingerci quasi ai confini dell'Universo, rappresenta una delle più forti sensazioni che ci può regalare l'osservazione astronomica. Purtroppo, l'osservazione delle galassie è forse la più difficile da condurre e quella più avara di dettagli.

Le galassie, infatti, sono oggetti estremamente deboli, spesso anche di dimensioni ridotte, proprio a causa della loro estrema lontananza.

La grande galassia di Andromeda è quella a noi più vicina, distante appena (si fa per dire!) 2,3-2,4 milioni di anni luce. Bella ed emozionante, soprattutto le prime volte, con binocoli e telescopi con bassi ingrandimenti (20-30X), non regala altro: le stelle, le nubi di gas e i bracci di spirale così belli nelle fotografie, non sono visibili con nessuno strumento. Solamente con telescopi da almeno 200 mm è possibile mettere in luce

disomogeneità lungo il suo disco, causate dall'abbondante presenza di gas freddo.

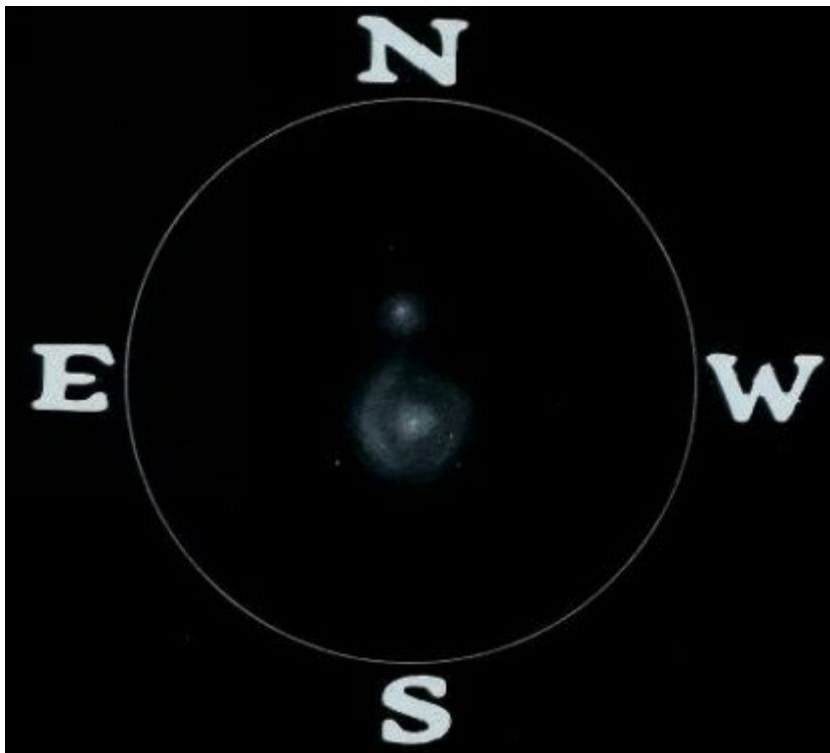
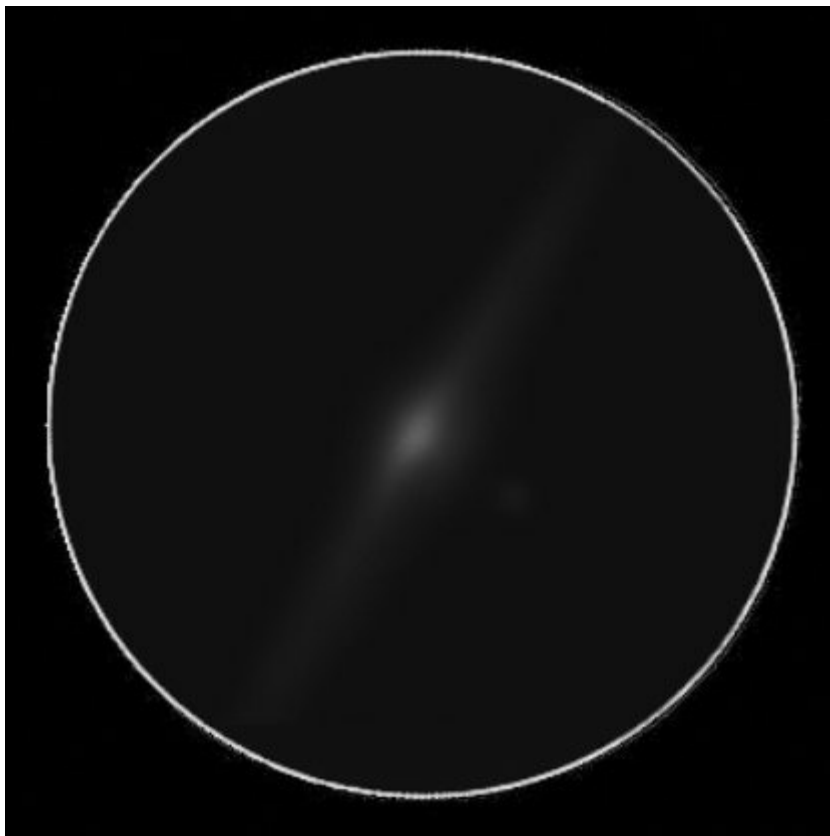
In cielo esistono molte altre galassie, tra le quali:

- M33 nel Triangolo è la seconda galassia più vicina, 2,5 milioni di anni luce. Brilla di magnitudine 5,7 e si può osservare a occhio nudo da cieli molto scuri. Al telescopio si mostra invece quasi trasparente, tanto che è difficile avvistare dettagli con strumenti minori di 250 mm.
- M51: la famosa galassia Whirlpool (girandola) è una spirale nella costellazione dei Cani da Caccia, poco sotto il timone del Grande Carro. È probabilmente la più famosa grazie alla facilità con cui mostra i suoi bracci. Non vi illudete però: strumenti di diametro inferiore a 250 mm vi mostreranno solamente due batuffoli di luce, ovvero la galassia principale e la piccola compagna con la quale è in interazione. Strumenti superiori vi riveleranno, deboli, i suoi bracci a spirale, a partire da ingrandimenti di 100X.
- M81 è un'altra galassia a spirale nella costellazione dell'Orsa maggiore. Facile da avvistare con ogni strumento, ha notevoli dimensioni apparenti e risulta evidente con un ingrandimento di circa 30-50 volte. Nessuna speranza di osservare i bellissimi bracci a spirale, se non con un telescopio di mezzo metro di diametro e un cielo scurissimo.
- M82 è una piccola galassia irregolare prospetticamente vicina ad M81. Essendo compatta e luminosa è molto facile da osservare. Probabilmente si tratta di una delle poche galassie che mostra dettagli in

modo proporzionale all’aumentare del diametro del telescopio. Uno strumento da 80-100 mm a bassi ingrandimenti la mostra evidente e allungata; non a caso è soprannominata galassia sigaro. Un telescopio da 150 mm, utilizzato ad almeno 100 ingrandimenti, permette di osservare qualche irregolarità nel disco, solcato da ingenti nebulose oscure. Un telescopio da 250 mm ne restituisce una bellissima visione, ricca di sfumature e dettagli.

- NGC253 è poco conosciuta ma anche essa è una delle poche galassie che mostra dettagli. Si tratta di una spirale vista quasi di profilo, quindi molto allungata. Di magnitudine integrata 7, è facile da vedere anche con un binocolo 20x80, mostrandosi come una sottile linea indefinita. Basta uno strumento da 150 mm per mostrare delle irregolarità nel disco, anche esso solcato da ingenti quantità di gas freddo, quindi opaco. Possiamo spingerci con gli ingrandimenti oltre le 100 volte e cercare di carpire ogni dettaglio. Stiamo infatti guardando una galassia molto simile alla nostra; un’emozione davvero forte. Uno strumento da 250 mm consente di avere una visione molto dettagliata. NGC253 resta una delle mie galassie preferite.
- L’ammasso della Vergine è una zona tra la costellazione del Leone e della Vergine ricchissima di galassie, tutte gravitazionalmente legate, come se fosse un immenso ammasso aperto. Gettandosi con il proprio strumento, meglio se di almeno 150 mm, con un oculare a grandissimo campo e basso

ingrandimento, possiamo osservare decine e decine di piccoli batuffoletti bianchi, principalmente galassie ellittiche, in uno spazio di una decina di gradi. Fermatevi un attimo a pensare e lasciatevi trasportare dal dono più grande che ha l'essere umano: la capacità di viaggiare con la mente. Questi piccoli batuffoli di luce in realtà sono immensi agglomerati cosmici contenenti centinaia di miliardi di stelle, a loro volta centinaia di volte più grandi della nostra Terra. In uno spazio di cielo di qualche grado potete contare decine di galassie: avete idea dell'immensità dell'Universo e allo stesso tempo dell'armonia e perfezione dei meccanismi che lo regolano? Queste galassie orbitano l'una attorno all'altra a velocità di qualche migliaio di km al secondo; ogni stella, ognuna delle migliaia di miliardi totali, segue delle regole ben scritte, nulla è lasciato al caso, non importa quanto complesso e grande sia. Terribilmente affascinante, no?

Il cielo è pieno di molte altre galassie, alcune facili da osservare anche con diametri modesti, ma quasi tutte, purtroppo, avare di dettagli. Lo spettacolo nell'osservazione delle galassie, soprattutto con piccoli telescopi, è nell'intuire la forma e avere la consapevolezza che quel minuscolo batuffolo di luce contiene centinaia di miliardi di stelle, migliaia di nebulose e milioni di pianeti. E chissà, se non ce ne sia almeno uno abitato da qualcuno che in quel momento sta guardando con il telescopio verso quel batuffolo di luce chiamato Via Lattea.

M51, nei Cani da Caccia, all'oculare di uno strumento da 250 mm sotto un cielo molto scuro comincia a mostrare i suoi tenui bracci a spirale. Le galassie per mostrare dettagli richiedono telescopi di almeno 200 mm.

NGC 4565, bellissima galassia a spirale vista di taglio, nella Vergine, con un telescopio da 200-250 mm.

Osservare i bracci delle galassie a spirale

Le galassie sono gli oggetti del profondo cielo che preferisco osservare; il motivo è da ricercare in un perfetto mix di bellezza, potenza, eleganza e lontananza.

Non tutte le galassie sono facili ed emozionanti da osservare tuttavia.

La classe sicuramente più interessante (e fortunatamente la più numerosa) è rappresentata dalle galassie a spirale, splendidi disegni cosmici a forma di disco sottile che mostrano gli inconfondibili bracci a forma di spirale composti da stelle e gas caldo.

Quando questi oggetti sono osservati di profilo appaiono di una buffa forma, simile a un fioco disco volante, con un evidente rigonfiamento centrale identificato dal nucleo.

Uno dei miei passatempi principali, e per molti anni una vera e propria sfida, è stata l'osservazione diretta dei bracci di quelle spirali che si mostrano quasi perfettamente di fronte.

Ricordo che da piccolo rimanevo completamente rapito nell'osservare splendide immagini che ritraevano queste immense girandole cosmiche in tutta la loro bellezza e maestosità.

Purtroppo presto capii (e lo capirete anche voi, tra poco), che la differenza tra l'osservazione visuale e una fotografia, per le galassie a spirale è massima.

Laddove un teleobiettivo da 5 centimetri di diametro riesce a mostrare la struttura a spirale delle galassie più brillanti, non è sufficiente un telescopio da 25 centimetri per mostrarle al nostro povero occhio.

Nonostante l'estrema difficoltà, ho sempre sognato di poter vedere direttamente con i miei occhi questi meravigliosi bracci

nei quali trovano sede miliardi di stelle e probabilmente altrettanti pianeti.

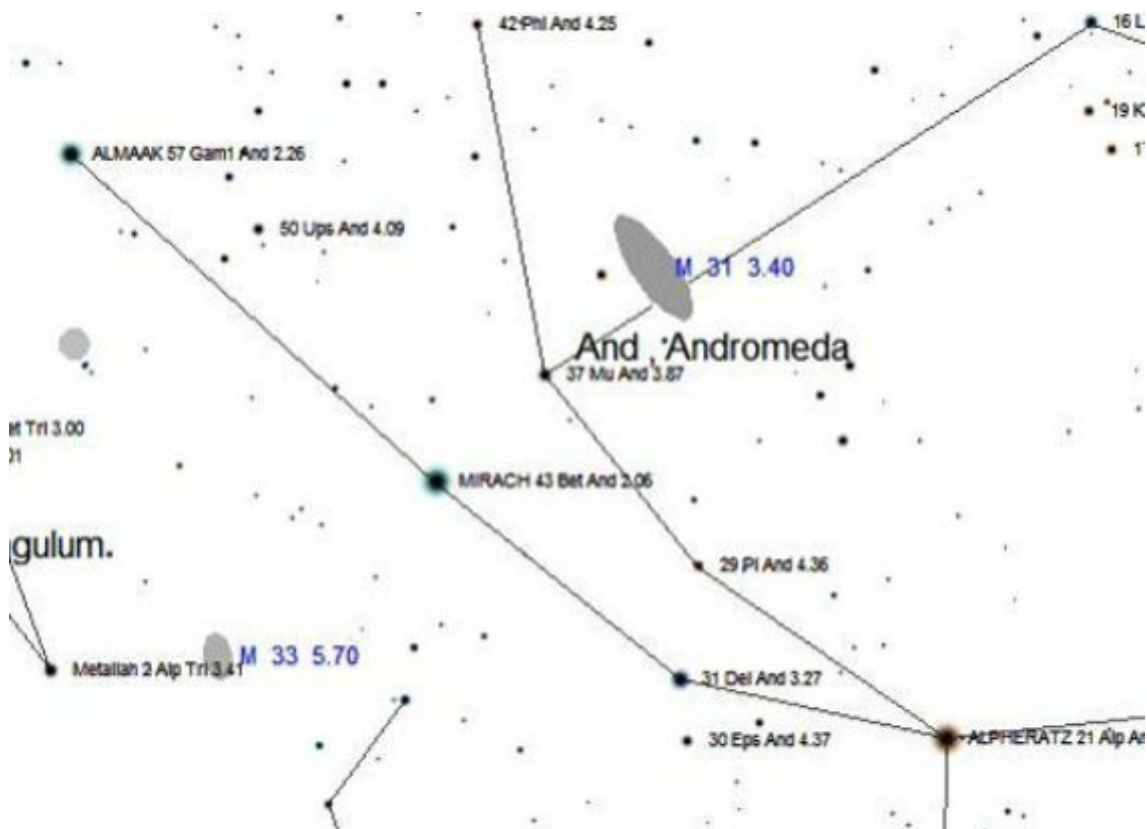
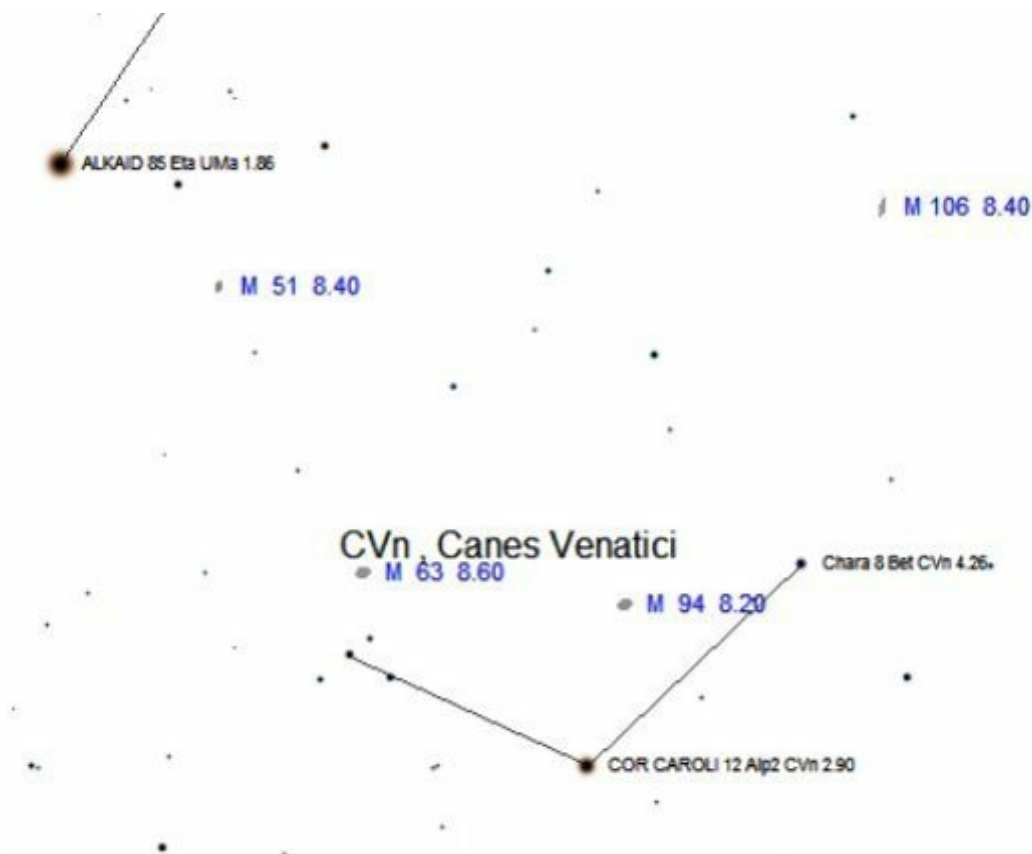
Alla fine dopo molti tentativi (e parecchi telescopi), sono riuscito a osservare, tenui ma distinti, i bracci di spirale di M51, che come abbiamo visto è la galassia più facile sotto questo punto di vista.

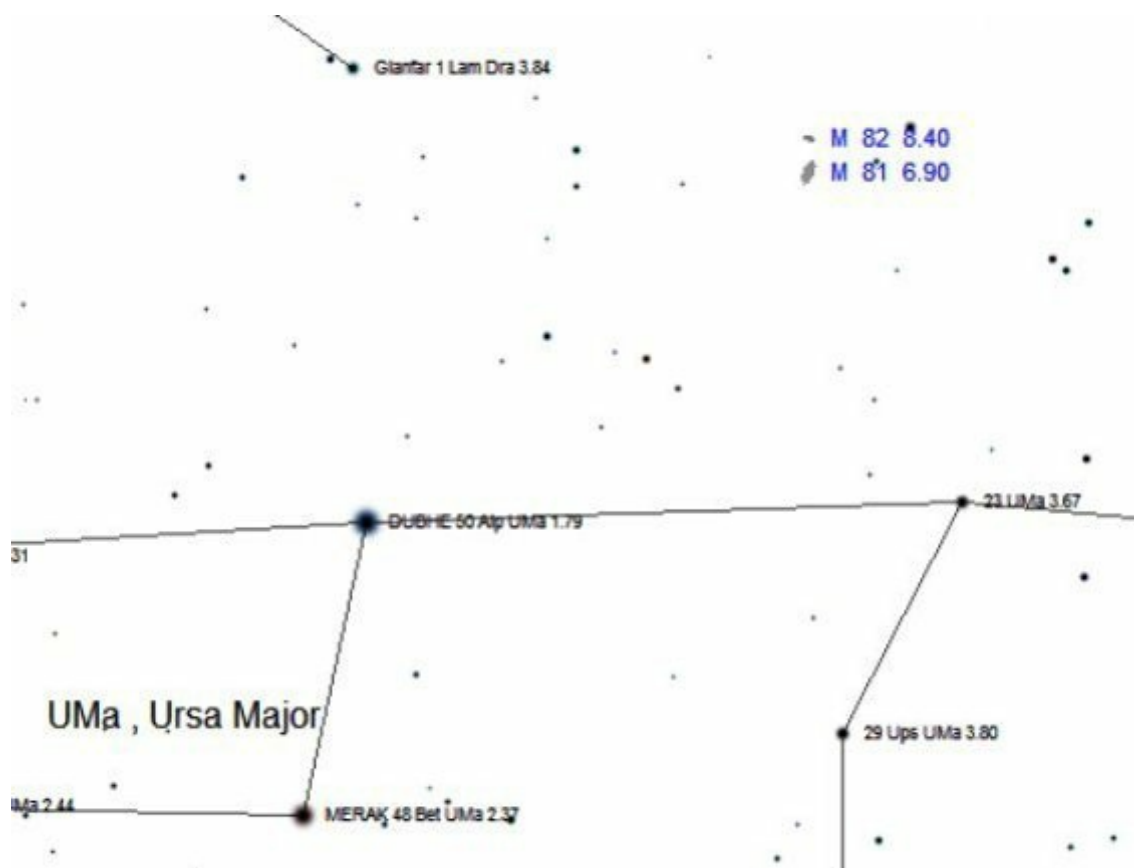
La visione di un oggetto extragalattico che finalmente si mostrava, seppur vagamente, per quello che era davvero e non più come uno dei tanti batuffoli deboli e indistinti, rappresentò per me uno dei momenti più sublimi che mi ha offerto l'osservazione del cielo in tutti questi anni.

Purtroppo l'osservazione di questi flebili dettagli è riservata a cieli scurissimi e telescopi di circa 300 mm. Se non ne possedete uno e non avete intenzione di acquistarlo (meglio così: saper gestire uno strumento da 300 mm richiede una certa esperienza), avete un motivo in più per osservare nei telescopi degli altri astrofili durante gli star party e le serate osservative.

Credetemi, la visione sarà a dir poco indimenticabile.

Dopo M51, M101 è la spirale vista di fronte che mostra più facilmente i suoi deboli bracci. In questo disegno come appare a un telescopio da 400 mm di diametro. Dopo M51, M101 è la spirale vista di fronte che mostra più facilmente i suoi deboli bracci. In questo disegno come appare a un telescopio da 400 mm di diametro.

Elenco di alcune galassie da osservare nel cielo

La famosa galassia di Andromeda (M31) è l'oggetto più distante visibile a occhio nudo. Evidente anche da cieli poco scuri, si mostra quasi priva di dettagli con ogni strumento, sebbene diametri maggiori mostrino un contrasto crescente. Probabilmente si tratta dell'oggetto diffuso che meno mostra dettagli all'osservazione, a prescindere dalla potenza dello strumento.

Nella costellazione dei Cani da Caccia troviamo molte galassie brillanti, tra cui M51, una spirale bellissima, i cui bracci sono in assoluto i più facili da osservare al telescopio. Nonostante ciò, per osservarli sono necessari strumenti da 250 mm e cieli molto scuri; questo la dice lunga sul ruolo fondamentale del diametro strumentale nelle osservazioni deep-sky.

M106, M63 ed M94 sono altre interessanti spirali.

M81-82 è una coppia di galassie abbastanza brillanti da essere identificabili con un binocolo. M81 è una spirale e come tutte le altre mostra dettagli solo a telescopi di almeno 300 mm. M82, invece, è una galassia irregolare, sia dal punto di vista fisico che osservativo: è infatti una delle poche galassie che mostra un incremento dei dettagli proporzionale al diametro dello strumento.

Costellazioni

Questa rubrica è tratta dal libro: “La mia prima guida del cielo”.

Se avete un telescopio, magari da poco tempo, e volete cercare degli oggetti che non sapete come trovare, questa è la

sezione che fa per voi.

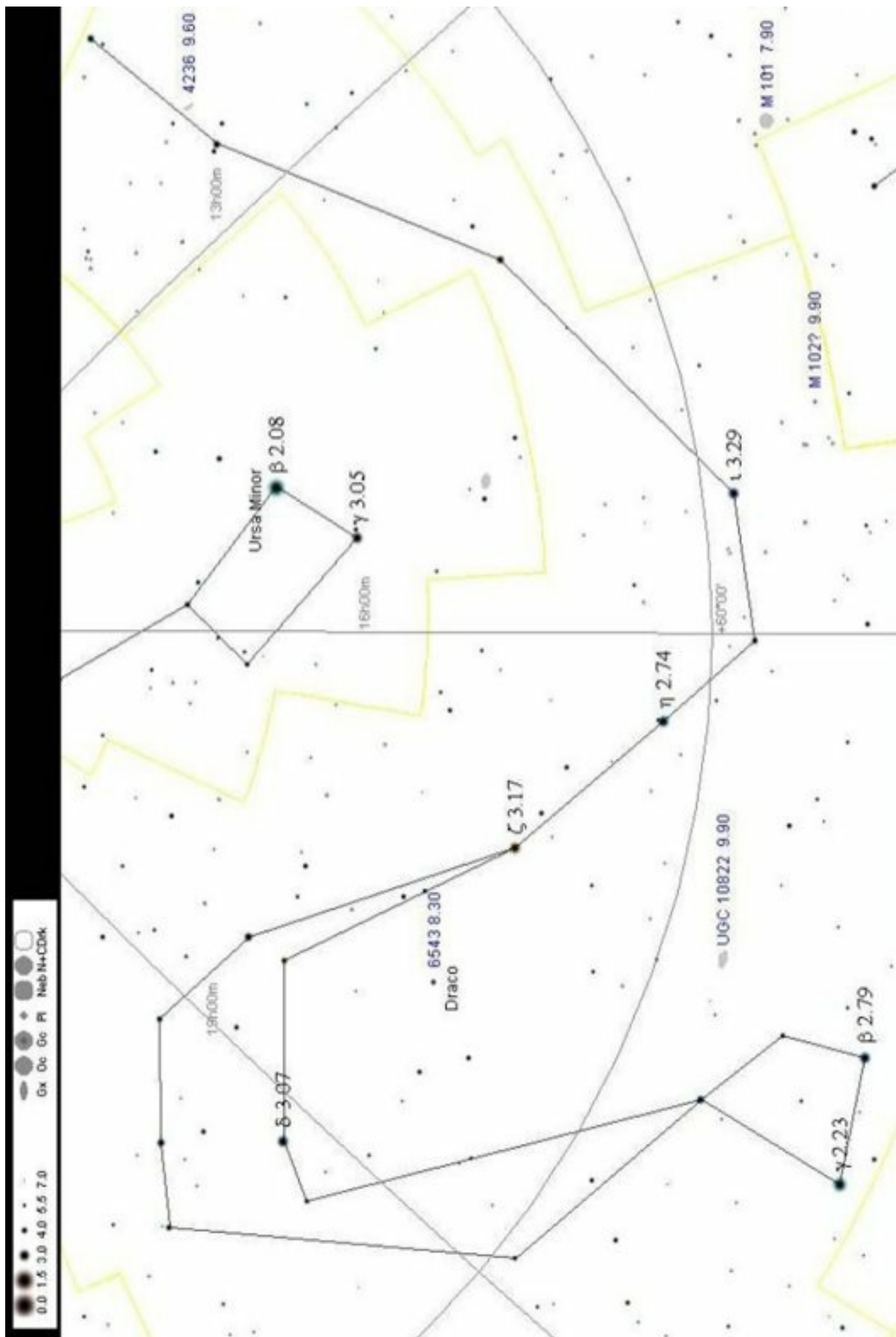
Ogni mese, compatibilmente con il periodo dell'anno in cui verrà rilasciato il nuovo numero, troverete uno zoom su due costellazioni interessanti, con una mappa contenente stelle fino alla magnitudine 7 e oggetti fino alla magnitudine 11, una breve descrizione, un cenno ai racconti mitologici (qualora presenti) e una lista, completa di immagini e disegni, degli oggetti del cielo profondo più facili da osservare.

Tutti gli oggetti deep-sky elencati sono alla portata anche di un piccolo strumento da 10 centimetri di diametro, e se avete una buona vista e un cielo scuro anche di un classico binocolo 10X50.

Non troverete immagini professionali, ma spesso disegni effettuati da altri osservatori con telescopi amatoriali. In questo modo spero di evitarvi il pericolo più grande dell'astronomia pratica: creare false aspettative.

L'osservazione visuale, infatti, non è neanche lontana parente della fotografia astronomica, in particolare per quanto riguarda i colori, invisibili quasi completamente con qualsiasi telescopio si osservi. Ma l'idea di poter osservare con i propri occhi, attraverso il proprio strumento, e quasi toccare quell'indistinto batuffoletto irregolare, che in realtà è un oggetto reale, posto a distanze inimmaginabili e di dimensioni inconcepibili appartenente a un Universo meravigliosamente perfetto, regala una soddisfazione che nessuna macchina fotografica o schermo di computer potranno mai regalare, né ora, né mai.

Draco – Drago

In meridiano alle 22 del 1 Luglio

Descrizione

In questa figura tortuosa e di difficile identificazione, molti popoli dell'antichità videro un drago, tra i quali Caldei, Greci e Romani.

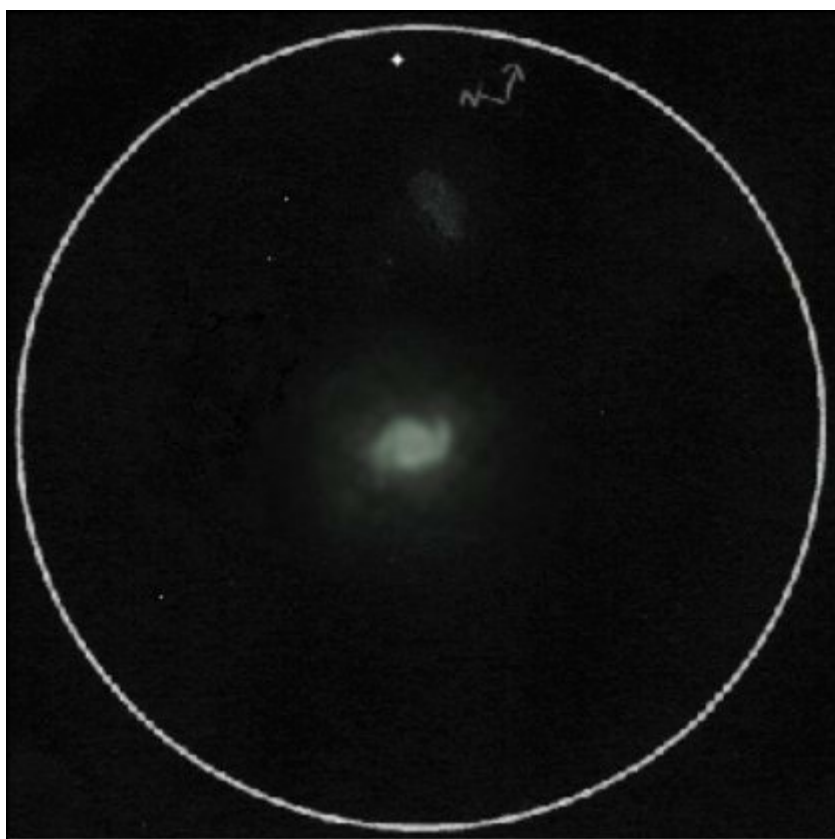
La figura del drago nella mitologia greca è molto utilizzata.

Ercole uccise un drago che faceva da guardia al giardino delle Esperidi, nel quale crescevano mele d'oro, mentre Atena lanciò in cielo un drago che l'aveva attaccata durante la battaglia con i Titani.

La costellazione è una delle più difficili da individuare, perché molto estesa, tortuosa e composta da stelle deboli. È quasi del tutto circumpolare e contiene, date le sue dimensioni, numerosi oggetti, perlopiù extragalattici, però piuttosto deboli e difficili da osservare. Nell'antichità, la stella più luminosa della costellazione, α, detta anche Thuban, indicava il polo nord celeste, al posto della Polare.

Oggetti principali

NGC6543: Nebulosa planetaria denominata Occhio di Gatto; piccola ma molto bella, di magnitudine 8, facile da vedere anche con un binocolo. Come tutte le planetarie, il problema dell'osservazione non è nella luminosità, ma nelle scarse dimensioni apparenti. NGC6543 non fa eccezione, essendo estesa per soli 20”. Utilizzando uno strumento da almeno 80 mm a 100 ingrandimenti vedrete un oggetto davvero interessante.

Telescopi superiori ai 150 mm cominceranno a mostrarvi, debolmente, anche un accenno di colore nelle parti più interne. Le nebulose planetarie, in effetti, sono gli oggetti diffusi che con maggiore facilità possono mostrarci deboli tonalità verdi-azzurre.

La delicata forma di NGC6543 come appare all'oculare di uno strumento da 200 mm a 200 ingrandimenti.

Triangulum – Triangolo

In meridiano alle 22 del 20 Novembre

0.0 1.5 3.0 4.0 5.5 7.0
Gx Oc Gc Pl Neb N+CDrk
M 34 6.00
891 9.90
γ1 2.26
β 2.12
ρ 3.39
1342 6.70
1023 9.40
μ 3.87
752 6.00
β 2.06
3h00m
β 3.00
2h15m
1h30m
Triangulum
M 33 5.70
+30°00'
α 3.41
41 3.63
Cr 21 8.20
α 2.00
Aries

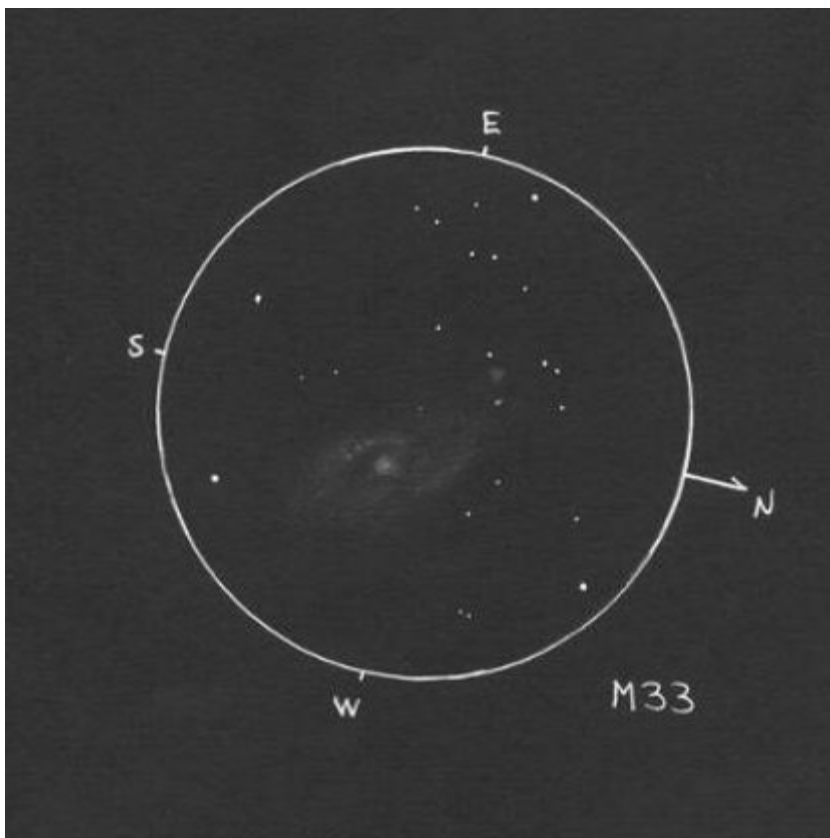
Descrizione

Questa piccola costellazione era nota presso i Greci per la somiglianza con la lettera delta (Δ). Alcuni ricercatori hanno messo in relazione la sua forma a quella del delta del Nilo, o alla forma della Sicilia.

Si tratta di una piccola e debole costellazione, abbastanza facile da individuare nelle notti autunnali, compresa tra Ariete ed Andromeda.

Contiene un solo oggetto degno di nota: M33, la seconda galassia più vicina alla nostra, distante circa 2,5 milioni di anni luce.

M33 è una spirale vista quasi esattamente di faccia, per questo piuttosto evanescente e trasparente. Nonostante una magnitudine integrata di 5,7, è uno degli oggetti in assoluto più difficili da osservare, con ogni strumento. Sotto i cieli più limpidi e scuri è visibile, debolissimamente e in visione distolta, a occhio nudo: purtroppo questo è un evento che raramente si verifica dagli inquinati e luminosi cieli italiani.

Le migliori possibilità di osservarla si hanno con un binocolo, o al limite con un telescopio da 200 mm usato a bassissimi ingrandimenti (20-30X). In ogni caso, la visione non sarà quasi mai entusiasmante.

La galassia M33 osservata con un telescopio da 250 mm si mostra ancora estremamente debole. È uno degli oggetti brillanti più difficili da osservare.

Astrofotografia

Questa classica sezione sarà il contenitore nel quale convoglieranno preziosi consigli su come intraprendere la difficile ma estremamente appagante strada della fotografia astronomica.

Inizieremo dal basso, da alcune semplici applicazioni, per poi giungere, insieme, alle tecniche necessarie per ottenere le splendide immagini che è possibile ammirare in rete.

Se volete approfondire vi consiglio il libro: "Tecniche, trucchi e segreti dell'imaging planetario" per la fotografia dei pianeti, o: "Tecniche, trucchi e segreti della fotografia astronomica" per riprendere nebulose, galassie e ammassi stellari, con o senza telescopio.

L’elaborazione delle immagini del cielo profondo

Nel volume precedente abbiamo visto le fasi principali della tecnica di ripresa degli oggetti del cielo profondo, compresa la strumentazione e quella cosa strana chiamata autoguida. Ora vedremo come elaborare le immagini acquisite.

Prima però, facciamo un breve riepilogo sulla tecnica:

1) Per le riprese deep-sky serve una montatura equatoriale motorizzata, possibilmente dotata di porta autoguida ST-4. Le montature altazimutali, anche se motorizzate, non sono adatte;
2) Per la ripresa si possono usare le reflex digitali, camere CCD appositamente progettate e anche, sebbene con qualche problema, le camere planetarie;
3) Qualunque sia il sistema di ripresa, dobbiamo collegarlo direttamente al telescopio, al fuoco diretto, quindi senza alcun oculare in mezzo. Al limite si possono usare riduttori di focale per accorciare la focale del telescopio o correttori per avere un campo più corretto;
4) Le focali di ripresa non dovrebbero superare il metro, massimo metro e mezzo, se siamo agli inizi e non abbiamo una montatura di fascia alta (superiore alla EQ6);
5) La tecnica di ripresa è semplice, almeno nella sua concezione essenziale: si riprendono tante foto dell’oggetto, ognuna delle quali deve essere lunga (cioè con l’otturatore aperto, oppure anche esposta) almeno qualche minuto, tipicamente tra i 5 e i 10 se usiamo le

reflex digitali, tra i 15 e i 30 se usiamo camere CCD e tra 30 secondi e un minuto se usiamo camere planetarie o videocamere. L'esposizione totale, detta anche integrazione, dovrebbe essere di almeno mezz'ora, meglio se attorno alle 2-3 ore. I migliori astroimager raccolgono integrazioni di diverse ore per ogni oggetto perché sono quasi tutti molto deboli e richiedono tanto tempo;

6) Durante le esposizioni il sistema di guida deve controllare il moto della montatura e correggere le inevitabili imperfezioni, prima che si rendano visibili sull'immagine ripresa. Ci sono tre modi per fare la guida, che ormai è quasi esclusivamente fatta in automatico da un computer: un telescopio in parallelo dotato di una camera di guida, una guida fuoriasse a cui è collegata una camera di guida, o con un CCD dotato di doppio sensore, uno per la ripresa e uno per la guida. Queste camere CCD sono prodotte solo dall'azienda SBIG;

7) Prima, durante o dopo le riprese bisogna riprendere anche i frame di calibrazione, in particolare i dark frame, cioè immagini con il telescopio tappato che abbiano la stessa durata delle singole esposizioni fatte e siano riprese alla medesima temperatura. Ci sono poi i flat field, immagini ottenute con la stessa identica configurazione con cui abbiamo fatto le riprese deep-sky di uno sfondo uniformemente illuminato. Non importa la durata e la temperatura, purché siano correttamente esposte (non troppo buie e non sature). Di solito si riprendono ponendo dei fogli da disegno di fronte all'obiettivo del telescopio e puntando il cielo allo zenit poco dopo il tramonto o poco prima dell'alba. In

alternativa, in commercio ci sono le cosiddette flat box, degli schermi luminosi che si inseriscono di fronte all'obiettivo del telescopio e aiutano a riprendere i flat field in ogni momento della serata.

Bene, ora che abbiamo rinfrescato la memoria, cerchiamo di capire cosa fare con tutte le immagini che abbiamo ripreso e come estrapolare tutti i dati raccolti nel migliore dei modi.

L'elaborazione delle immagini deep-sky è considerata quasi un'arte da chi la pratica con assiduità ed è impossibile rivelare tutte le tecniche e i segreti in questa sede. Quelle che vedremo sono le basi, che consentiranno di ottenere ottimi risultati se le immagini acquisite hanno un'ottima qualità. Perché anche in questo caso vale una regola fondamentale: la qualità finale dell'immagine dipende dalla qualità dei frame che abbiamo acquisito nella serata fotografica e non dall'elaborazione, che può solo estrapolare nel migliore dei modi i dati già registrati.

Le fasi dell’elaborazione delle immagini del cielo profondo

Ogni immagine del cielo profondo deve essere sottoposta a delle fasi di un processo elaborativo che ci porterà a ricavare tutti i dati catturati, siano essi scientifici o si natura estetica, ripresi con camere monocromatiche o a colori.

Le fasi dell’elaborazione di un’immagine digitale del cielo profondo possono essere riassunte in:

1) Calibrazione delle singole esposizioni;
2) Allineamento e media è immagine RAW;
3) Estrapolazione di tutto il segnale catturato;
4) Ritocchi estetici finali ed eventuale composizione dell’immagine a colori (solo se abbiamo usato camere monocromatiche e filtri colorati).

Queste fasi sono arbitrarie e sono necessarie solamente per produrre immagini esteticamente gradevoli. Per lavori di ricerca e studio non si devono applicare tutte, soprattutto l’ultima.

In base a ciò che si vuole studiare, l’elaborazione deve essere fatta quindi in modo diverso.

Se si vuole fare fotometria allora è necessaria solamente la fase 1), ovvero calibrazione (accurata!); se si vogliono scoprire nuovi oggetti luminosi (supernovae, novae… come visto proprio in questo volume), allora è necessario, talvolta, allineare e mediare le singole immagini per avere un’immagine meno rumorosa. Se si vogliono scoprire oggetti estremamente deboli, allora anche la fase 3), seppur in modo diverso, deve essere effettuata (scoperta nuove nebulose, dettagli di code cometarie, deboli comete..).

In questo capitolo vedremo l’iter completo per assicurarci un’immagine esteticamente gradevole.

Prima di partire dobbiamo capire con quali programmi potremo fare quanto sta per essere descritto.

I software per la calibrazione, l'allineamento e la media

Ci sono dei programmi appositamente progettati per calibrare, mediare ed elaborare le immagini deep-sky, il migliore dei quali è sicuramente PixInsight. Purtroppo questo strumento potentissimo non è gratuito, anche se accessibile per chi come noi ha già speso migliaia di euro per la strumentazione fotografica. Il mio consiglio è di far prima pratica con altri software, magari meno potenti ma più economici e sicuramente più intuitivi. Se utilizziamo le reflex digitali, il programma migliore, e gratuito, è Deep Sky Stacker (DSS), scaricabile liberamente da questo link: http://deepskystacker.free.fr/english/index.html.

Il programma, con pochi click, è in grado automaticamente di calibrare le riprese di luce con i frame di calibrazione che gli vengono forniti, di allinearle e mediarle per restituire l'immagine grezza, che spetta a noi se elaborare con il programma stesso o con altri software più potenti. L'astrofilo Renzo del Rosso ha pubblicato sul suo sito un'ottima guida passo-passo per il suo utilizzo; consiglio di darle un'occhiata: http://www.renzodelrosso.com/articoli/dss.htm

Se abbiamo riprese scattate con la reflex e non possediamo frame di calibrazione, allora potremo scegliere anche un'altra via: utilizzare Registax; sì, proprio il programma che serve per elaborare le immagini planetarie. Basta caricare la nostra sequenza di immagini ed effettuare l'allineamento automatico o manuale su un dettaglio o una stella luminosa e il programma ci restituirà l'immagine grezza da salvare per elaborarla poi con altri programmi.

Per gli utilizzatori di camere CCD, un ottimo software per la calibrazione, l'allineamento e la media delle riprese è Maxim DL,

con il quale possiamo anche gestire la camera, come visto nel volume precedente. Con questo programma potremo poi applicare anche diversi filtri per l'eventuale elaborazione della nostra immagine grezza. Purtroppo non è gratis, ma si tratta di una spesa affrontabile. Anche Astroart è una valida alternativa, per di più sviluppato interamente in Italia. Gli utilizzatori delle camere SBIG avranno a disposizione anche i software proprietari, come CCDOps e CCDSoft.

Se abbiamo effettuato riprese con camere planetarie, quindi abbiamo acquisito dei filmati, sarebbe meglio estrapolare i frame singoli e poi elaborarli come una serie di immagini. Il programma Virtual Dub (http://www.virtualdub.org/) permette di fare questo in modo molto semplice: basta aprire il filmato in formato AVI e poi selezionare File è Export è Image sequence. Facciamo lo stesso procedimento anche con gli eventuali filmati dei dark frame e flat field, poi potremo procedere come se avessimo acquisito qualsiasi sequenza di immagini da ogni altro dispositivo di ripresa.

In conclusione: la calibrazione, l'allineamento e la media delle immagini sono operazioni standard che qualsiasi software appositamente progettato allo scopo è in grado di gestire senza problemi, quindi senza troppo pensare scegliamo quello che più ci piace.

Software per l’elaborazione

L’elaborazione vera e propria, cioè l’estrapolazione del segnale raccolto e contenuto nell’immagine grezza, richiede dei software particolari, alcuni più adatti di altri. In linea di principio, ogni programma utilizzato per la calibrazione e la media dei frame permette anche l’elaborazione, ma se vogliamo ottenere il massimo, allora forse è meglio seguire altre strade, alcune delle quali potrebbero essere anche un po’ costose.

Per le riprese ottenute con reflex digitali e camere planetarie, uno strumento ottimo è il programma Adobe Photoshop, al quale difficilmente potremo rinunciare, almeno per le fasi finali di correzione dell’immagine elaborata. Questo software, comunque, benché potente non effettua una precisa calibrazione delle singole esposizioni, fase che è decisamente meglio fare con un programma appositamente progettato allo scopo.

Per le riprese ottenute con camere CCD astronomiche, si può utilizzare con profitto Astroart, MaximDL o PixInsight,. Questi software hanno filtri specifici per le immagini del profondo cielo.

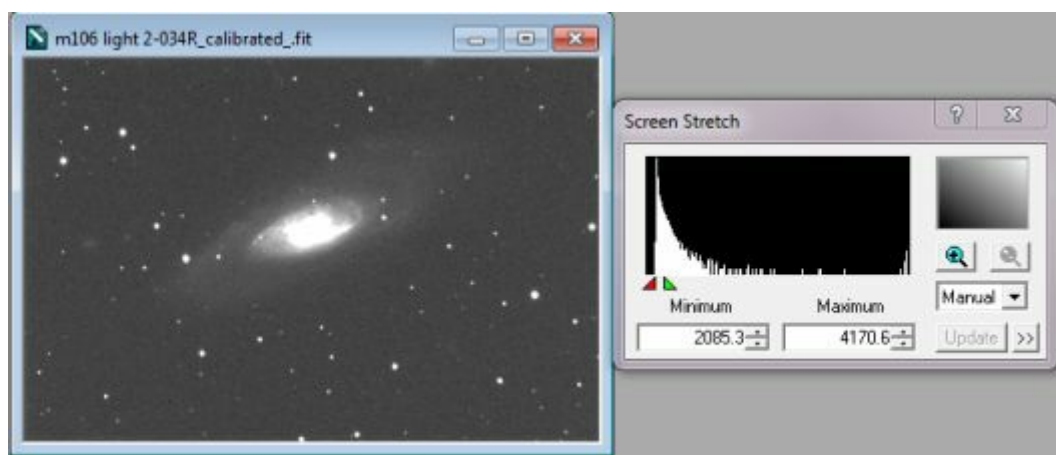
I software di elaborazione planetaria non servono perché applicano filtri di contrasto che nella grande maggioranza dei casi a noi, ora, non servono.

Un concetto molto importante: l’istogramma

Quando iniziamo a elaborare un’immagine, ma, a voler essere pignoli, anche prima, nella fase di acquisizione dei frame di luce e di quelli di calibrazione, il nostro migliore amico per capire se stiamo facendo tutto bene, e come dovremo nel caso comportarci, si chiama istogramma.

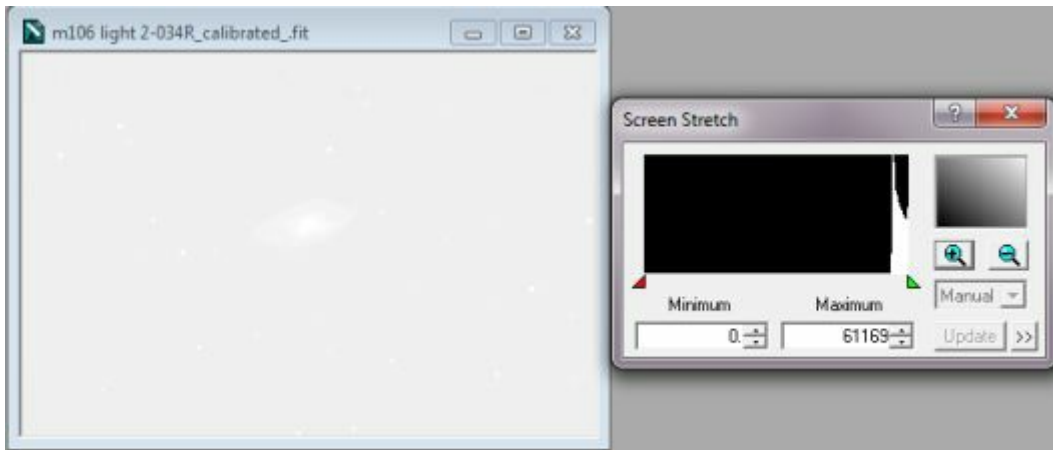
Questo è un grafico che ogni software di acquisizione e di elaborazione ci propone, su qualsiasi immagine, sia essa appena stata acquisita oppure il grezzo che stiamo per elaborare.

Probabilmente avremo già sentito parlare di questo grafico nei volumi dedicati alle riprese dei pianeti, e in effetti il concetto è lo stesso, solo che forse vale la pena capirlo bene prima di procedere.

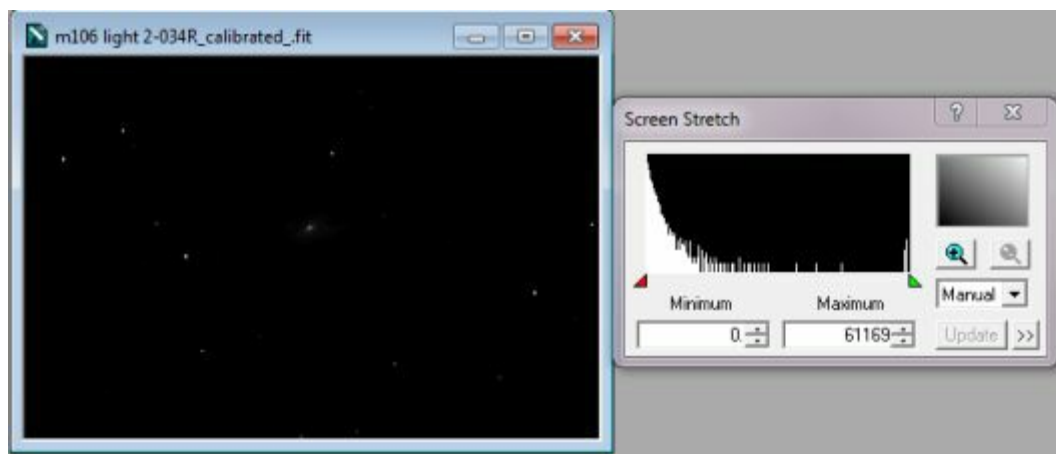
L’istogramma di un’immagine rappresenta la sua carta d’identità, anzi, ne raccoglie tutte, ma proprio tutte, le caratteristiche. Il grafico riporta il numero di pixel in funzione della loro luminosità; in altre parole ci dice la distribuzione delle luminosità nella nostra immagine. In linea generale, l’istogramma è una specie di campana con un picco e delle “ali” più o meno marcate, come quello della figura seguente:

L’istogramma di un’immagine rappresenta la sua carta d’identità e ci dice tutto sulla distribuzione delle luminosità. È uno strumento fondamentale sia

per programmare i tempi di esposizione che nella successiva fase di elaborazione. Quello in figura è l'istogramma che Maxim DL fornisce in automatico su tutte le immagini aperte.

L'istogramma ci da molte informazioni che è bene capire.

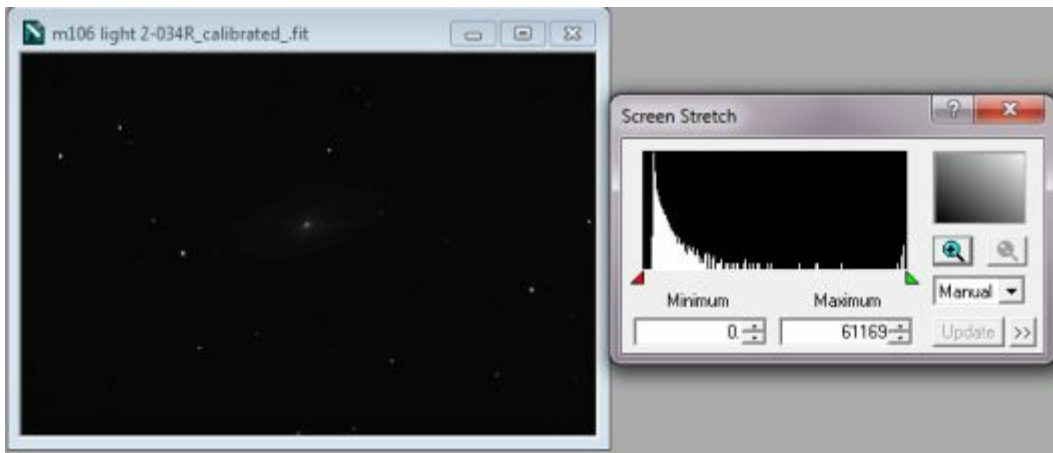
Un grafico di questo tipo, ad esempio:

Questo istogramma è molto spostato verso destra, cioè verso le alte luminosità e si nota come il suo naturale andamento sia tagliato. Questo è un indizio che gran parte dell'immagine è andata in saturazione e che il tempo di esposizione è stato troppo lungo. Un'immagine saturata non si può recuperare in alcun modo.

ci fa vedere che la campana si interrompe bruscamente nel lato destro, cioè verso i pixel più luminosi. Questo significa che parte dell'immagine è bruciata, cioè così tanto luminosa da aver raggiunto la fine della scala. Questa è una situazione da evitare, sia in fase di ripresa che nella successiva elaborazione.

Un istogramma di questo tipo, invece:

Questo istogramma, al contrario, mostra un'immagine molto sottoesposta o non correttamente elaborata. Le parti meno luminose, corrispondenti al fondo cielo, sono tagliate. Abbiamo perso i dettagli più deboli e non c'è più niente da fare se non fare riprese con maggiore esposizione.

Ci dice il contrario. Gran parte dei pixel possiedono valori di luminosità piuttosto scuri e l'intera campana è spostata verso sinistra, quindi, verso bassi livelli di luminosità. Questo significa che la nostra immagine è globalmente scura, magari sottoesposta. Nel caso delle riprese deep-sky questa situazione si può presentare spesso, soprattutto se riprendiamo da un ottimo cielo con tempi di esposizione troppo brevi. Il consiglio è di aumentare il tempo di esposizione delle singole immagini e fare in modo che la campana, ovunque si trovi, non sia mai tagliata, né verso destra, né verso sinistra.

Questo concetto vale anche nella fase di elaborazione. Guardando sempre l'istogramma, dobbiamo fare in modo che esso non venga mai tagliato. Questo ci garantisce la preservazione dell'informazione catturata, mentre la sua corretta posizione all'interno della scala consentita è a discrezione dell'utente e dipende dal gusto personale e, in parte, dal tipo di oggetti ripresi. Una nota molto importante: mai fidarsi di come ci appare l'immagine a monitor per capire se è correttamente esposta o meno. La visualizzazione che abbiamo a schermo è per forze di

cose parziale e potrebbe trarci in inganno. L'unico strumento per capire se l'esposizione è corretta è l'istogramma. Un'immagine come la seguente:

Questo è un istogramma perfetto di un'ottima immagine appena ripresa. Nonostante la visualizzazione a schermo possa farci credere che sia sottoesposta, questa dipende dai livelli di luminosità che selezioniamo nel programma. L'unico strumento per capire come stanno davvero le cose è solamente l'istogramma.

Potrebbe farci affermare che la foto sia pesantemente sottoesposta e che non ne ricaveremo niente. In realtà ci appare sottoesposta ma l'istogramma racconta una storia diversa. La campana non è tagliata né a sinistra né a destra, quindi l'esposizione è stata sufficientemente lunga per evidenziare la naturale brillantezza del fondo cielo e non troppo lunga da saturare i dettagli più luminosi. Aggiustando luminosità, contrasti e curve ci renderemo conto che un istogramma del genere ci dice che per il nostro setup e lo stato del cielo abbiamo raccolto con la singola esposizione il massimo. Solo con la media di tante altre immagini miglioreremo il rapporto segnale/rumore, cioè la visibilità dei dettagli.

Seguendo questo nuovo linguaggio e il ragionamento appena fatto, possiamo, prima di passare all'elaborazione vera e propria,

riscrivere alcune regole utili per la fase di ripresa:

1) Il tempo di esposizione minimo delle singole riprese si ottiene quando nessuna parte dell'istogramma è tagliata verso sinistra. Questo corrisponde al fatto che il tempo è abbastanza lungo da far risaltare la naturale luminosità del fondo cielo;
2) Il tempo di esposizione massimo si individua quando nessuna (o quasi, a volte è impossibile non saturare le regioni più brillanti di un oggetto) parte dell'istogramma è tagliata verso destra, cioè verso le luci alte e il fondo cielo non è troppo brillante;
3) Il tempo di esposizione giusto si ottiene quando il livello di fondo cielo, ossia la parte più a sinistra dell'istogramma della nostra immagine, è abbastanza distaccato dal valore minimo ma non si trova oltre la metà;
4) Il tempo corretto di esposizione dei flat field si ottiene quando nessuna parte dell'istogramma è tagliata, né verso destra, né verso sinistra e il picco si trova circa a metà strada.

Bene, siamo pronti a parlare finalmente del primo punto dell'elaborazione di qualsiasi immagine deep-sky.

Fase1) Calibrazione

Prendiamo tutti i frame di calibrazione che sono stati acquisiti, organizziamoli per cartelle e creiamo un po' di ordine. I flat field e i dark frame devono essere divisi e distinguibili dall'utente. Non c'è bisogno di creare le immagini "master", cioè di fare la mediana dei dark e la media dei flat e salvare le due immagini, perché ogni programma di calibrazione è in grado di raccogliere i singoli frame di calibrazione, farne la media o la mediana in automatico e poi applicarli all'immagine da correggere in un solo passaggio.

E' importante invece capire che ogni immagine di luce debba essere corretta con i dark frame e i flat field, prima di qualsiasi altro tipo di elaborazione, e naturalmente prima che vengano allineate e mediate tra di loro. La calibrazione è quindi sempre la prima fase di un'elaborazione.

Il programma gratuito Deep Sky Stacker, o il software a pagamento Maxim DL, e in generale ogni software astronomico, consentono di fare la calibrazione in modo semplice, accettando in ingresso qualsiasi (o quasi) formato dell'immagine e naturalmente inserendo negli appositi spazi i frame dedicati al dark frame e al flat field.

Fase 2) Allineamento e media

Dopo aver calibrato la nostra sequenza di immagini di luce, siamo pronti per allinearle e mediarle. Anche questo procedimento è bene farlo fare a un software specifico, come quelli già citati.

Alcuni programmi, come Deep Sky Stacker, permettono di fare l'allineamento e la media come un procedimento unico che si avvia automaticamente dopo la fase di calibrazione, altri, come Maxim DL, lasciano all'utente la possibilità di scegliere se fare tutto insieme o salvare le immagini calibrate e poi passare alla fase di allineamento e media.

A prescindere dai dettagli, dobbiamo prestare un minimo di attenzione a questo punto. I modi per allineare le immagini sono diversi e non sempre funzionano bene allo stesso modo.

Se le singole esposizioni non si spostano di molto l'una dall'altra e non c'è rotazione di campo apprezzabile, allora possiamo far fare tutto in automatico al programma. In Maxim DL questo si ottiene con il metodo "star matching", disponibile all'interno della finestra che si apre dopo aver cliccato sul comando: File è combine files e aver selezionato le immagini di luce (già calibrate). Si può scegliere anche il metodo manuale a una stella o a due stelle. In questo caso siamo noi che andremo a selezionare la singola stella o le due stelle sulla sequenza di immagini su cui vorremo far fare l'allineamento al programma. In alternativa c'è anche il metodo completamente manuale, detto "Orverlay", in cui saremo noi a spostare ogni immagine sopra quella scelta come riferimento, attraverso un click del mouse.

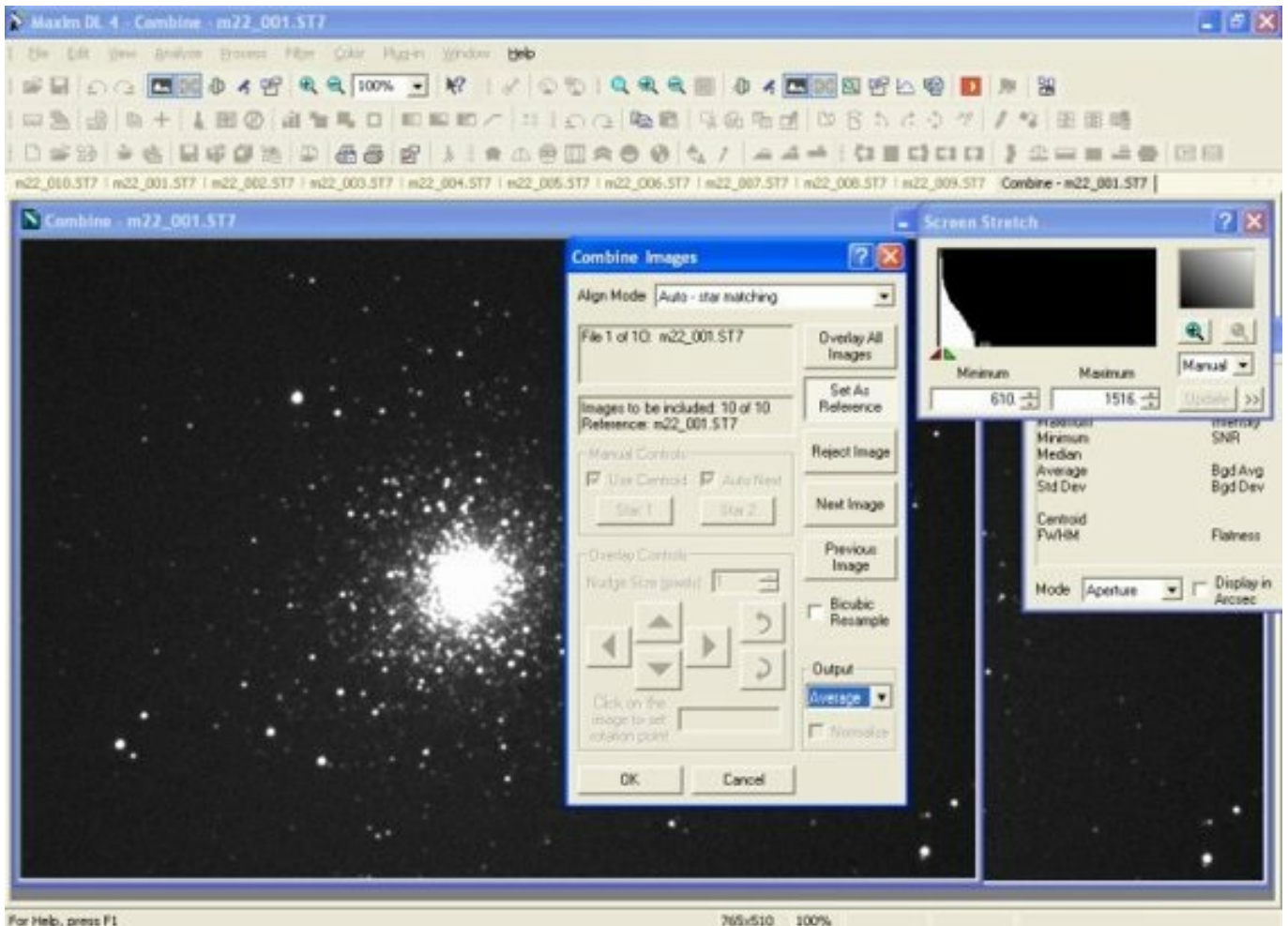
In Deep Sky Stacker non si ha tutta questa libertà. Il programma individua in automatico le stelle nella sequenza di

immagini, trova quelle comuni e le allinea. In generale i metodi di allineamento automatici funzionano quasi sempre, tranne in casi eccezionali.

Un altro punto importante riguarda il modo in cui le immagini di luce verranno poi mediate. All'interno della stessa finestra di allineamento, tutti i programmi ci chiedono se vogliamo sommare le immagini, farne la media, la mediana e altre operazioni, tra cui anche il taglio Kappa-Sigma (Sigma clip in Maxim DL). Se abbiamo immagini ben calibrate e senza gravi problemi, l'operazione di media è consigliabile. Se invece possediamo immagini con un po' di rumore residuo, soprattutto se provenienti da reflex digitali, e magari qualcuna è pure rovinata dal passaggio di un aereo, allora il metodo taglio Kappa-Sigma è il migliore, perché effettua una specie di media dei dettagli che si ripetono uguali tra i frame e allo stesso tempo esclude (o almeno ci prova) tutti quei fenomeni transienti, come satelliti, aerei, raggi cosmici e un po' di rumore che non centrano niente con il soggetto ripreso. Scegliendo questo metodo è possibile che vengano richieste informazioni aggiuntive, ma io consiglio di procedere con i dati di default e solo nel caso in cui qualcosa dovesse andare storto provare a cambiare qualche parametro.

Siamo quasi pronti, ma prima di dare l'ok definitivo riguardiamo la sequenza delle immagini che stiamo per combinare per capire se sono tutte in ordine. Se infatti il passaggio di scie d'aerei o satelliti non danneggia troppo l'immagine finale, è molto consigliabile non includere nella media riprese affette da problemi ben più gravi, come stelle strisciate, fuori fuoco o rovinate da nuvole. E' invece possibile, anzi, non c'è proprio nessuna controindicazione, mediare riprese effettuate con diversi tempi di esposizione, purché queste siano

state già calibrate con i relativi frame di calibrazione. La regola base è semplice: più frame si mediano meglio è, ma mai sacrificare la qualità per la quantità.

A prescindere dal software utilizzato, consiglio di fare varie prove e di capire con la propria esperienza qual è il procedimento da seguire. La prova sulla propria pelle è infatti meglio di qualsiasi manuale seguito alla lettera.

Fase di allineamento e media delle immagini di luce calibrate, in questo caso dell'ammasso globulare M22, con Maxim DL. Da notare il metodo di allineamento (Align Mode) impostato su automatico attraverso il riconoscimento delle stelle (Star Matching) e il modo in cui le immagini vengono poi combinate (Output). In questo caso la media (Average). In questa fase è importante scartare dalla media tutti i frame che non possiedono la necessaria qualità, come quelli con le stelle mosse o affetti da nubi di passaggio.

Fase 3) L'elaborazione vera e propria

Abbiamo calibrato i singoli frame, poi li abbiamo selezionati, allineati e mediati, ottenendo un'unica immagine, detta grezza o RAW. Ora è il momento di dimenticarci di tutti gli altri fotogrammi e concentrarci su questa attraverso un'elaborazione che ci consenta di estrapolare tutto il segnale raccolto.

Qui ci addentriamo in un vero e proprio universo, che per essere trattato in modo adeguato richiederebbe centinaia di pagine e nozioni che ora, probabilmente, neanche ci interessano. Siamo ai primi passi, vogliamo solo ottenere questa benedetta immagine finale e, magari, tornare al più presto sotto il cielo stellato. Di tempo davanti a un computer ne abbiamo passato a sufficienza!

Bene, sarò quindi breve.

Come nel caso dei pianeti, la nostra immagine RAW contiene molte informazioni, che però risultano nascoste. L'elaborazione ce le dovrà mostrare tutte e nel modo migliore.

Se abbiamo già elaborato immagini planetarie, è il momento di dimenticarci tutto perché quelle nozioni non ci servono. Niente filtri wavelet, niente maschere sfocate, qui l'immagine non contiene alta risoluzione, ma deboli dettagli che vanno messi in evidenza, magari non cancellando anche quelli più luminosi.

Le moderne camere di ripresa, soprattutto quelle CCD appositamente progettate per scopi astronomici, possono raccogliere davvero moltissime informazioni sugli oggetti diffusi. La grande dinamica delle camere digitali (anche le reflex) consente di catturare allo stesso tempo oggetti brillanti e altri molto deboli. La bravura dell'astrofotografo sta nell'estrapolare tutto il segnale nascosto e mostrarlo senza dover sacrificare parti

o porzioni dell’immagine.

Elaborazioni di immagini CCD monocromatiche o reflex con molto segnale: lo stretch

Sebbene il nostro occhio sia uno strumento straordinario, tutte le immagini le vediamo attraverso lo schermo di un computer, che non è altrettanto efficiente. In effetti, nessun dispositivo di visualizzazione e stampa possiede le caratteristiche necessarie per visualizzare un'immagine con così elevata dinamica, contenente cioè enormi differenze di luminosità. E' su questo punto che dobbiamo concentrare in prima approssimazione l'elaborazione.

Una tipica situazione è costituita dagli ammassi globulari. Un'immagine digitale permette di visualizzare, alternativamente, le regioni centrali brillanti e quelle periferiche, queste ultime sovraesponendo e bruciando l'informazione contenuta nel centro agendo manualmente sull'istogramma. Non è possibile ottenere una visualizzazione completa di tutto il segnale contemporaneamente? Come faccio a vedere tutto quanto insieme? Dobbiamo effettuare i cosiddetti stretch, letteralmente stiramenti, due parole brutte che indicano un'operazione semplice, almeno dal punto di vista concettuale. I dispositivi di visualizzazione digitale mostrano 256 tonalità di grigio (per semplicità supponiamo di avere un'immagine monocromatica), le camere digitali ne possono registrare migliaia o decine di migliaia.

Lo stretch altera i livelli di luminosità dell'immagine grezza e li comprime per renderli visibili, tutti, nella dinamica a 256 livelli di luminosità del computer (8 bit).

E' evidente che lo stretch, a qualsiasi livello sia condotto, modifica le differenze di luminosità relative, quindi fa perdere

qualsiasi informazione fotometrica; da non utilizzare nel caso siano necessarie misure di luminosità.

Esistono molti metodi per fare lo stretch della propria immagine e, a seconda della funzione matematica utilizzata per variare le differenze di luminosità, prendono nomi diversi. I più utilizzati sono quelli di tipo logaritmico (log) e quelli che utilizzano la funzione inversa del seno iperbolico (asinh). Cosa succede matematicamente? Se supponiamo che il nostro sensore abbia una risposta lineare, e questo è sempre vero, almeno in prima approssimazione, allora una stella 5 volte meno luminosa di un'altra avrà un segnale 5 volte inferiore. Se la prima stella ha un livello di luminosità di picco di 30.000 ADU, la stella 5 volte meno luminosa avrà un valore di 30000/5=6000 ADU. A questo punto, all'immagine grezza si modificano i livelli di luminosità secondo una particolare funzione matematica (log o asinh), in modo che la curva di risposta non sia più lineare. In altre parole, applicando uno stretch logaritmico, ad esempio, possiamo fare in modo che la stella meno luminosa non abbia un valore di luminosità 5 volte inferiore di quella più luminosa, ma solamente di 2-3 volte, in modo tale che l'istogramma riesca a essere compresso nei 256 livelli di luminosità ammessi dallo schermo di un computer, senza perdere le parti più deboli o quelle più brillanti.

Le funzioni a disposizione hanno una forma tale per cui nell'immagine saranno visibili contemporaneamente parti molto brillanti e parti estremamente deboli, senza dover più cambiare manualmente luminosità e contrasto.

Tuttavia, questo comporta un notevole ridimensionamento dei livelli di luminosità, ovvero del range dinamico, con la conseguenza che i contrasti appaiono attenuati.

Un’ottima variante al semplice stretch è il cosiddetto filtro DDP (Digital Development Process) che enfatizza le parti deboli applicando anche un filtro passa-alto in grado di aumentare il contrasto e la nitidezza dell’immagine (una specie di maschera di contrasto). Il filtro DDP, che si può applicare con Maxim Dl, Astroart, CCDSoft, CCDOps (quest’ultimo gratuito), e ovviamente PixInsight, è particolarmente indicato per immagini con elevato segnale e sconsigliato con riprese effettuate attraverso reflex digitali (provare per credere!).

Immagine grezza dell’ammasso globulare M22, media di 10 immagini da 5 minuti ciascuna. Camera CCD SBG ST-7XME, rifrattore acromatico da 80 mm F400mm. Data la grande differenza tra regioni centrali molto brillanti e periferia estremamente debole, è necessario alterare i livelli di luminosità attraverso opportuni stretch. Vediamo quali sono i migliori.

Applicazione di uno stretch logaritmico con Maxim DL. L'immagine tende a restare morbida ma le stelle deboli ancora faticano a essere evidenziate contemporaneamente al nucleo.

Filtro DDP Kernel Low-Pass con Maxim DL. L'effetto è simile allo stretch logaritmico ma il segnale non è stato estrapolato tutto.

Stretch logaritmico più applicazione del filtro DDP Kernel Low-Pass con Maxim DL. Ora l'immagine sembra esplodere. I dettagli luminosi e deboli

sono tutti ben in mostra e anche se è comparso un po' di rumore, questa forse è l'elaborazione che ha mostrato tutti i dettagli, anche quelli al limite. Applicare altri stretch causerebbe solo danni. Ora possiamo passare alla fase di rifinitura estetica.

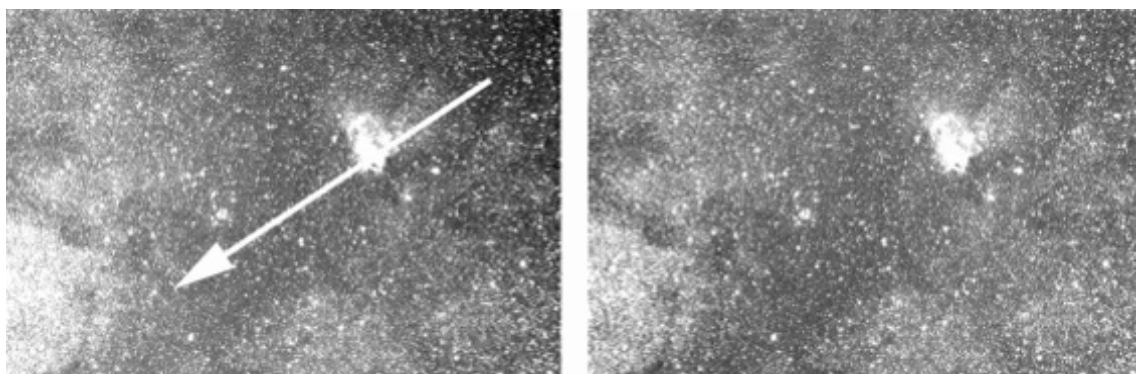
Non tutto è oro ciò che sembra luccicare. L'applicazione dello stretch o di filtri DDP può produrre qualche problema. Abbiamo già accennato della perdita dell'informazione fotometrica, ma anche dal punto di vista estetico potremo avere il nostro bel da fare.

Il programma, applicando le funzioni matematiche, non fa distinzione tra segnale e rumore, quindi viene amplificato un po' di tutto, soprattutto eventuali difetti di calibrazione. Se il segnale dell'immagine non è ottimo (ecco perché conviene integrare per diverse ore!) verrà enfatizzato in modo intollerabile il rumore di fondo. Se il dark frame non ha corretto bene le immagini, potremo avere un'intollerabile enfatizzazione di hot pixel, puntini bianchi dovuti al fatto che il rumore termico non è stato eliminato a dovere (ecco perché è importante avere un buon master dark). Ma l'inestetismo più frequente e brutto è dovuto alla non corretta calibrazione dei flat field (o alla loro assenza, ancora peggio!). Stretch e filtri DDP sono impietosi con un fondo cielo non luminoso, enfatizzando tutte le più piccole disomogeneità e rendendo esteticamente compromessa la propria immagine. Il mio consiglio, quindi, è scontato: curare maniacalmente la tecnica di ripresa perché poi si eviteranno tanti problemi in questa fase. Se un'immagine grezza supera la prova stretch o, peggio, DDP, allora vuol dire che il potenziale è ottimo e che la nostra tecnica di ripresa è corretta.

Problemi con lo stretch

E' possibile che in questa fase emergano quelli che vengono chiamati gradienti, e io ci aggiungerei un termine importante: lineari. I gradienti di luminosità sono zone dell'immagine che presentano un fondo cielo più luminoso di altre e sono di due tipi. I gradienti non lineari, come la vignettatura, hanno generalmente simmetria sferica (l'immagine è più luminosa al centro e meno ai bordi) e vengono corretti con un buon flat field. I gradienti lineari, invece, possono sopravvivere anche al migliore flat field, perché non sono il frutto dell'accoppiata camera digitale + telescopio, ma delle condizioni del cielo. È quindi possibile che in presenza di inquinamento luminoso o della Luna in fase avanzata durante le riprese, la nostra immagine, anche dopo essere stata corretta con un flat field ottimo, mostri zone con un fondo cielo più chiaro e altre con un fondo cielo più scuro, enfatizzato dall'applicazione di un filtro DDP o di uno stretch. Fortunatamente questi gradienti sono lineari, cioè non hanno una forma sferica come la vignettatura, ma aumentano in modo lineare da un lato all'altro dell'immagine. In questo caso possiamo eliminarli senza problemi in fase di elaborazione, sia manualmente con Photoshop (ma non lo consiglio) che con una semplice operazione di rimozione del gradiente presente in quasi tutti i software di elaborazione astronomica. In Maxim DL questa funzione si trova nel menù Filter è Auto Remove Gradient e fa tutto da sola.

Se invece il nostro flat field non ha funzionato a dovere e vi sono gradienti più complessi, questa funzione non ci sarà d'aiuto e dovremo cercare di porvi rimedio con le funzioni di flat field artificiale, presenti in Maxim DL, Astroart, Pixinsight, o

manualmente con Photoshop. Il mio consiglio è di non trovarsi mai in questa situazione se non vogliamo passare ore davanti al computer.

Anche un flat perfetto non può correggere i gradienti dovuti alle diverse luminosità del fondo cielo. Questi gradienti lineari sono però facili da eliminare perché hanno forme molto semplici. Nell'immagine di sinistra si riconosce il verso in cui la luminosità del fondo cielo tende ad aumentare a causa dell'inquinamento luminoso. Con il comando di rimozione gradiente di Maxim DL l'immagine risulta perfettamente corretta, come si può vedere a destra. Il soggetto ripreso è la nebulosa M17 con una reflex modificata Canon450D da Forca Canapine il 5 settembre 2013. Telescopio utilizzato: rifrattore acromatico da 80 mm F400mm. Media di sole 7 immagini da 2 minuti ciascuna, calibrate con dark frame e flat field.

Stretch e filtri DDP sono particolarmente indicati per riprese CCD monocromatice e solo in qualche caso per riprese ottenute con reflex (o CCD a colori, i due dispositivi sono molto simili) quando si ha un gran segnale e in presenza di soggetti che contengono forti differenze di luminosità. Se quindi usiamo reflex digitali, la nostra strada potrebbe essere diversa.

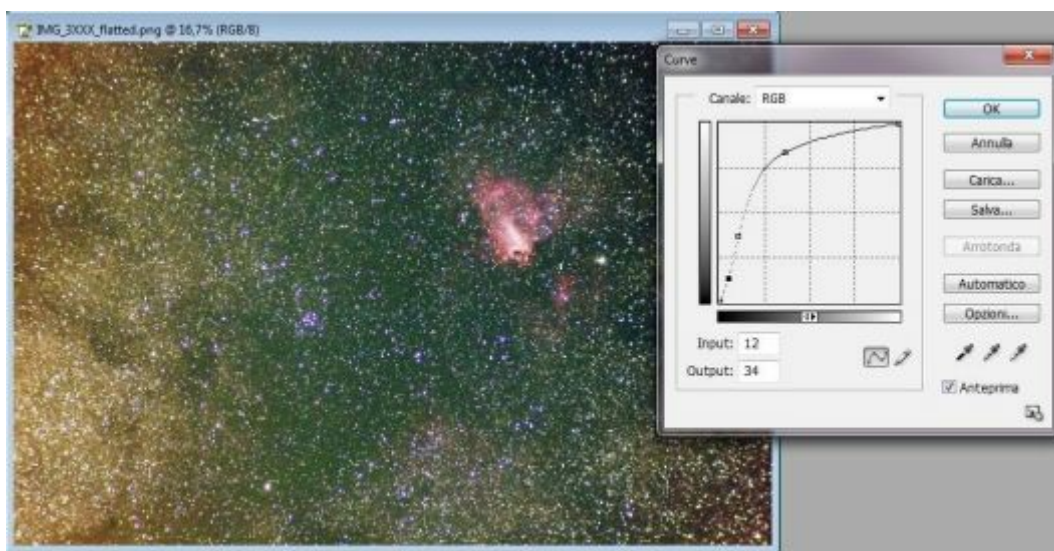
Elaborazione di immagini reflex o CCD a colori

Quando il nostro soggetto non contiene enormi differenze di luminosità ed è stato ripreso con una reflex digitale, la mia esperienza mi dice che spesso la strada migliore è quella di aprire la foto con Photoshop, o qualsiasi altro programma di fotoritocco, e agire sulle curve e i livelli.

Di fatto, soprattutto se alteriamo le curve, operiamo uno stretch manuale, di certo meno aggressivo di quello effettuato dai programmi di elaborazione.

I filtri DDP sono infatti da scartare quasi sempre perché introducono molto rumore ed enfatizzano le normali imperfezioni dei sensori a colori. A volte uno stretch logaritmico potrebbe risultare utile, ma solo se la nostra immagine di partenza è ottima, e questo indicativamente si ottiene con almeno una ventina di riprese mediate e un tempo di posa totale non inferiore alle tre ore.

Attraverso la regolazione delle curve dell’immagine possiamo avere il controllo totale su cosa stiamo facendo e fermarci prima che l’estetica dell’immagine ne risenta.

Immagine grezza di M17 già calibrata, ripresa con Canon 450D modificata e rifrattore acromatico da 80mm F400 mm. Dato l'esiguo tempo di esposizione, solo 7 pose da 2 minuti, l'applicazione di uno stretch o un filtro DDP creerebbe molti problemi. Meglio fare manualmente alterando le curve attraverso un programma di fotoritocco o con i software di elaborazione astronomica.

Basta agire sulle giuste luminosità per trasformare l'immagine ed estrapolare tutto il segnale catturato. Certo, questa immagine andrà migliorata con la fase successiva, ma intanto tutto il segnale appare ora a monitor e possiamo concentrarci sull'estetica.

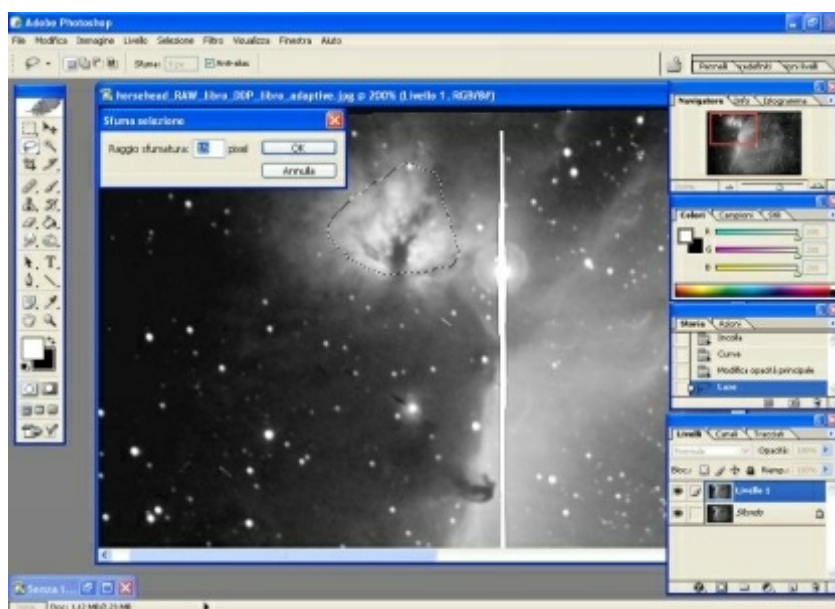
Quando lo stretch non basta

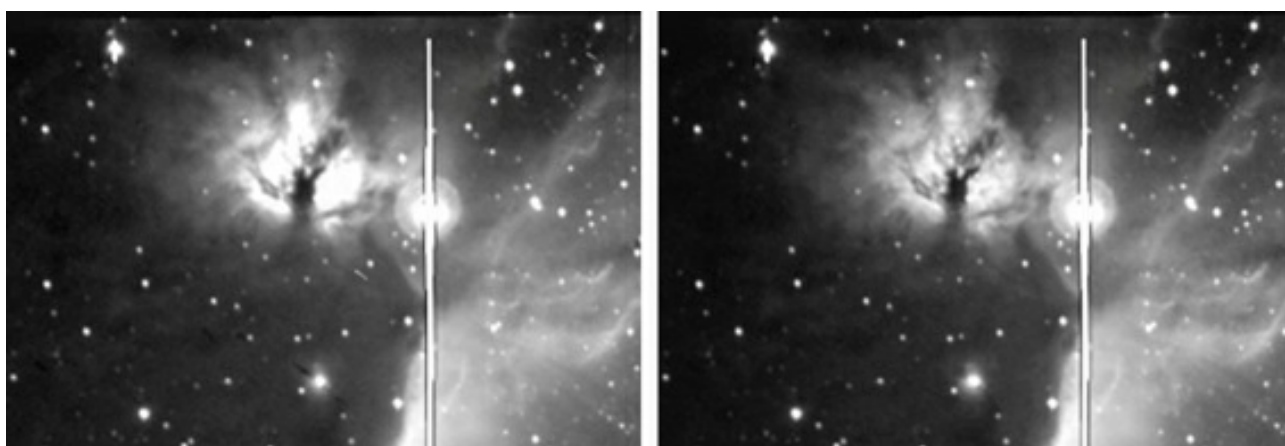
Automatico o manuale, con reflex o camere CCD, c'è sempre un limite alle differenze di luminosità che un'immagine può contenere, o mostrare, e i casi che si presentano sono due:

1) L'immagine ripresa non è saturata in nessuna parte ma nessuno stretch riesce a mostrare le parti molto deboli e quelle molto luminose contemporaneamente, a meno di non rendere l'intera ripresa poco naturale;
2) Ci sono delle porzioni saturate in fase di acquisizione. Questo succede in modo inevitabile quando le differenze di luminosità sono troppo marcate, come nella ripresa della nebulosa di Orione, perché se si vogliono evidenziare le porzioni esterne il trapezio centrale sarà saturato.

Nel primo caso dobbiamo in qualche modo sopperire alle mancanze degli stretch e per farlo ci occorre un po' di pratica e un programma del tipo Photoshop. Elaboriamo l'immagine trascurando la zona sovraesposta, quindi estrapolando tutto il segnale. Salviamo questa versione e riapriamo l'immagine grezza. Ora elaboriamo l'immagine solo per mostrare nel migliore dei modi la zona che prima era saturata, non tenendo conto del fatto che inevitabilmente le zone deboli forse saranno persino invisibili.

Prendiamo questa nuova versione e incolliamola come nuovo livello sulla precedente. Ora, con lo strumento "lazo" selezioniamo la porzione che nel livello sottostante è saturata e che su questo superiore abbiamo elaborato nel modo migliore. Sfumiamo la selezione di almeno 15-20 pixel, copiamo e incolliamo la porzione come nuovo livello. Ora mettiamo la

trasparenza del livello precedente (quello contenente la seconda versione dell'immagine) a zero e magicamente nel livello di base, quello che contiene la foto ben elaborata ma con la zona saturata, ci sarà sovrapposta la stessa zona presa dal secondo livello e quindi già correttamente esposta ed elaborata. Se ci dovessero essere brusche differenze di luminosità tali da far vedere la giunzione, si può operare con curve e livelli sulla porzione che abbiamo incollato. Se le giunzioni restano, torniamo indietro e selezioniamo un'area leggermente più grande della porzione saturata. Con qualche prova non sarà difficile trovare il compromesso che ci soddisfa.

Ora selezioniamo la porzione che prima appariva saturata con lo strumento lazo; sfumiamo la selezione di almeno 15 pixel, copiamola e incolliamola come nuovo livello.

Mandiamo a zero l’opacità della versione nuova dell’immagine che abbiamo creato e magicamente, se abbiamo fatto tutto bene, la zona che abbiamo selezionato e incollato si sistemerà perfettamente sopra la precedente saturata. Uniamo i livelli (con metodo normale) e il gioco è fatto. Questa tecnica si applica solo a piccole porzioni saturate e non può far nulla se la saturazione è già presente in fase di ripresa.

Ecco l’esito finale dell’operazione di recupero della parte bruciata dall’elaborazione. A destra la versione corretta non mostra alcuna cicatrice dell’intervento subito. Un’operazione del genere si può fare anche con una porzione saturata in fase di ripresa, solo che in questo caso la versione corretta la dobbiamo riprendere con tempi di esposizione più bassi e non si può creare con un’elaborazione diversa della stessa immagine.

Nel secondo caso, quando porzioni dell’immagine sono saturate in fase di ripresa, non possiamo fare nulla con l’elaborazione, ma abbiamo imparato una preziosa lezione, che

probabilmente ci sarà utile. Ogni volta che programmiamo riprese di oggetti con enormi differenze di luminosità, come la già citata nebulosa di Orione o la galassia di Andromeda, dobbiamo creare due set di esposizioni. Un set è composto da immagini riprese con tempi di esposizione al limite del fondo cielo per catturare i dettagli più deboli. Poi, visto che questa operazione renderà le zone centrali completamente sature, dobbiamo riprendere un altro set di immagini con esposizioni tali da non saturare più queste zone. Tipicamente stiamo parlando di esposizioni singole di 30 secondi, massimo un minuto, che non mostreranno i deboli dettagli del set precedente, ma che ci consentiranno poi di avere, in fase di elaborazione, la seconda immagine contenente i dettagli centrali che andremo a sostituire, una volta elaborate, nella ripresa contenente i dettagli deboli, proprio con la stessa tecnica che abbiamo appena visto.

Per mettere in pratica quanto visto, a prescindere si tratti del primo caso o del secondo, occorre già avere una discreta padronanza con la ripresa e l'elaborazione, quindi non preoccupiamocene troppo, soprattutto agli inizi, quando il nostro obiettivo è solo uno: imparare la tecnica di ripresa nel migliore dei modi. Una volta in possesso di ottimi frame, ben esposti e ben calibrati, avremo tutto il tempo del mondo per apprendere, anche nel corso degli anni, la migliore tecnica di elaborazione, perché le immagini ben acquisite hanno il pregio di mantenere inalterato il loro potenziale nel corso del tempo!

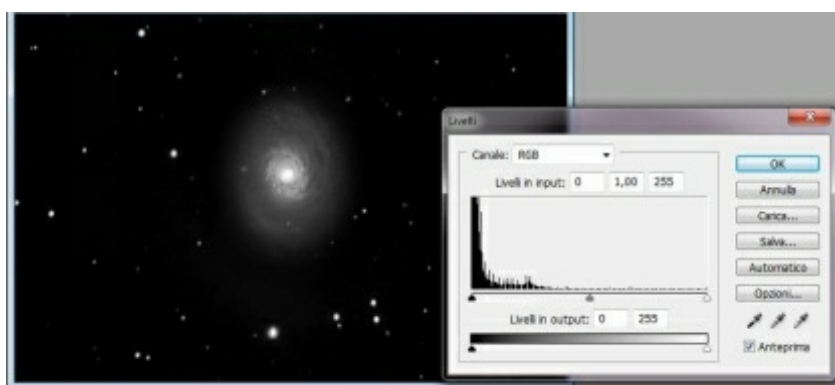
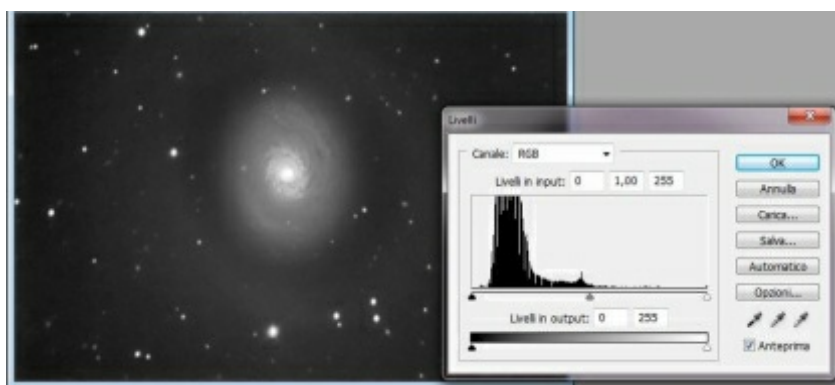
Fase 4)

Questa fase è importante dal punto di vista estetico e prevede di rendere l'immagine accattivante e allo stesso tempo gradevole, attraverso operazioni e passaggi che variano a seconda del gusto personale e del soggetto ripreso.

Abbiamo a disposizione infatti l'immagine finale che dovrebbe contenere tutti i dettagli ripresi, ma potrebbe essere rumorosa e l'istogramma risultare non correttamente posizionato.

Ecco cosa potremo fare:

1) Regolare correttamente l'istogramma. Questa è un'operazione che in realtà dovrebbe essere sempre tenuta sotto controllo. Mai, e dico mai, tagliarlo, in particolare verso le basse luci. Molti appassionati alle prime armi (anche io a suo tempo!) fanno l'errore di abbassare troppo la luminosità del fondo cielo, magari per cercare di far sparire la granulosità residua. In questo modo si corre il serio rischio di mandare a zero il fondo cielo e di perdere, inevitabilmente, anche le informazioni delle parti più deboli. Il fondo cielo non dovrebbe mai avere luminosità nulla. Oltre a preservare i dettagli, un fondo cielo grigio scuro restituisce un contrasto più morbido alla ripresa, simile a come appare veramente nel cielo. Orientativamente, un ottimo compromesso si ottiene regolando curve e livelli in modo che questo abbia luminosità media compresa tra 20 e 50 ADU. In questo modo ci assicuriamo di non perdere le informazioni delle luci basse, le più importanti nelle riprese deep-sky. Il mio consiglio è il seguente: durante l'intero processo elaborativo sarebbe meglio elaborare con l'istogramma

spostato leggermente verso le luci alte, cioè con un'immagine un pochino più luminosa (senza saturare niente!) e poi aggiustare il valore esatto proprio in questa fase finale. Ricordiamoci che una volta tagliato l'istogramma, quelle porzioni dell'immagine sono irrimediabilmente perse per sempre e dovremo ricominciare daccapo l'elaborazione a partire dall'immagine RAW (che va sempre conservata e mai sovrascritta!).

Un fondo cielo nero come la pece non è né bello, né utile perché oltre a creare un contrasto troppo elevato, rischia di portarsi con sé molti dettagli. Qui la galassia M94 sembra già carina, ma se stessimo un po' più attenti scopriremmo…

…Che è circondata da un tenue alone. In questa versione il fondo cielo non è stato tagliato e mostra tenui dettagli che in precedenza abbiamo involontariamente eliminato. Mai tagliare l'istogramma, soprattutto verso le basse luci. Quello riportato è un istogramma modello che dovrebbe essere seguito da molte immagini deep-sky: non troppo scuro, né troppo chiaro.

2) Riduzione del rumore. Per quanti frame sommeremo, per quanto tempo di esposizione totale avremo accumulato, se nella fase precedente abbiamo applicato stretch manuali o automatici o filtri DDP per mostrare al limite le parti più deboli, comparirà inevitabilmente anche del rumore. Il fondo cielo, in particolare, sarà sempre leggermente granuloso. Questo non è un difetto, ma il segno che abbiamo portato correttamente al limite la nostra immagine. Ora, però, sarebbe meglio togliere questa granulosità globale con qualche filtro particolare di riduzione del rumore. Tutti i programmi, sia astronomici che di fotoritocco, possiedono filtri appositi, ma è bene chiarire una cosa: il rumore deve essere poco, altrimenti non funzioneranno a dovere e creeranno, invece, degli artefatti.

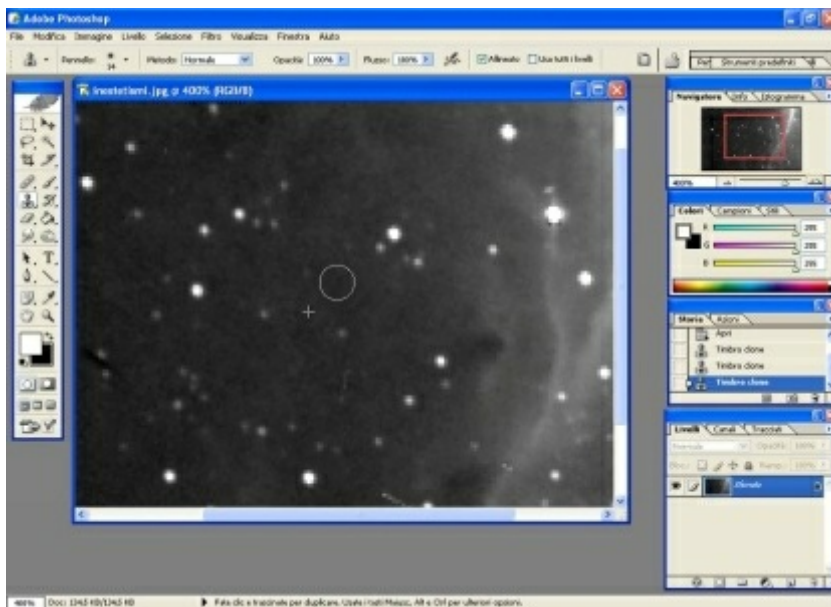
Il programma più potente per togliere il rumore dalle immagini astronomiche è, tanto per cambiare, PixInsight, che possiede diversi filtri e modi per ottenere un'immagine morbida senza distruggere i preziosi dettagli. Anche altri programmi, magari meno costosi e più facili da usare, propongono comunque soluzioni efficaci. I software astronomici come Maxim DL e Astroart hanno filtri gaussiani, fitri FFT e Kernel di tipo passa-basso che sono ottime alternative per ridurre il rumore. Vale la pena provarli un po' tutti, con diverse combinazioni, per capire qual è la migliore per la nostra immagine. Se vogliamo provare una strada più aggressiva, possiamo installare software generici di riduzione del rumore, come Noisa Ninja o Neat Image. In questi casi, però, bisogna stare molto attenti perché un procedimento

non corretto potrebbe generare orribili artefatti. Il mio consiglio, che vale per tutte le fasi di elaborazione e ci da un freno alla nostra voglia di esagerare, è questo: meglio lavorare con lo zoom impostato al 200%. Elaborare la propria ripresa guardandola al doppio delle dimensioni originali è un buon modo per capire quando fermarsi con filtri DDP, stretch e soprattutto per la riduzione del rumore, perché eventuali danni saranno moltiplicati per due. Se un'immagine è gradevole nonostante sia visualizzata al 200%, lo sarà sicuramente alla dimensione originale;

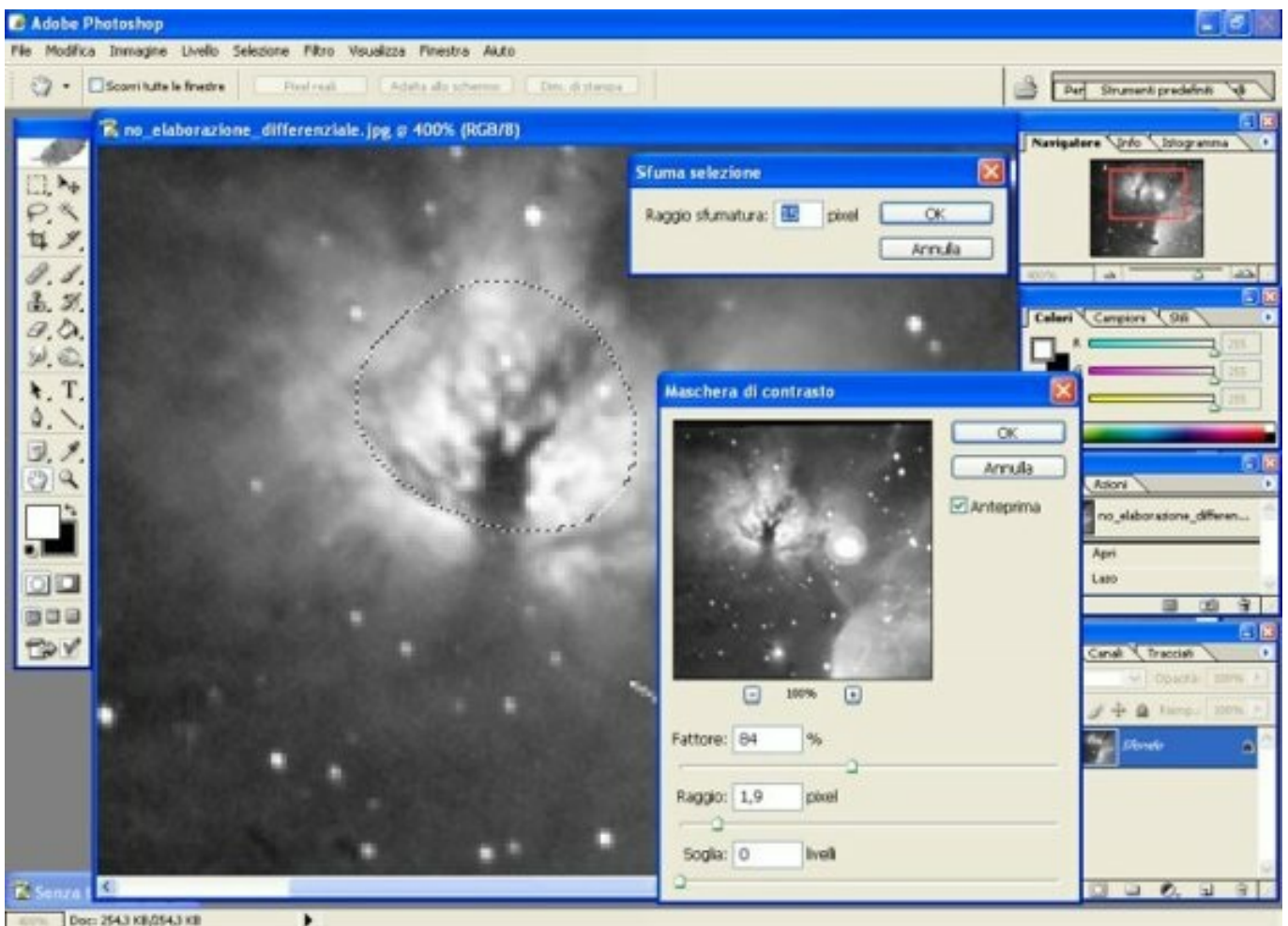
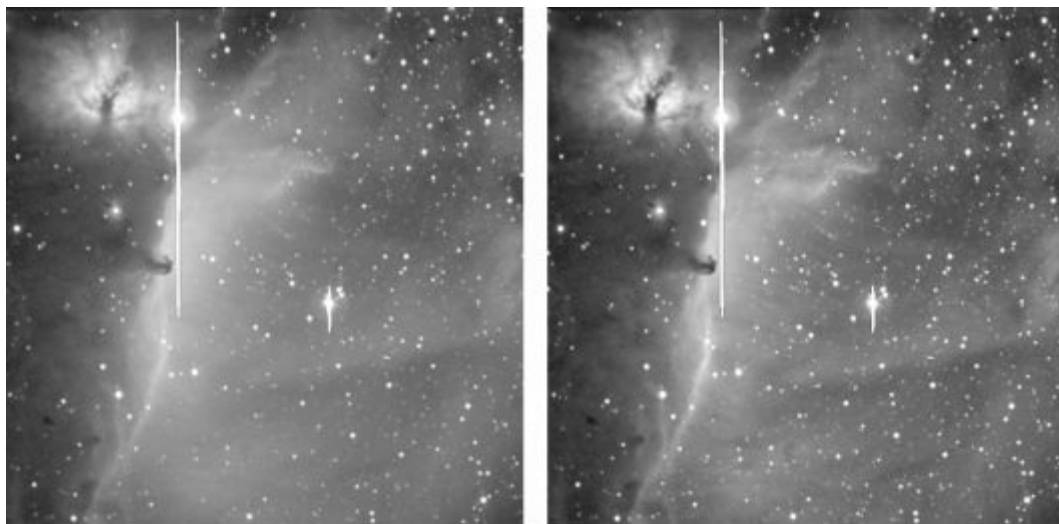
Se estrapoliamo tutto il segnale, alla fine un po' di rumore comparirà nell'immagine elaborata. Nessuna paura; se abbiamo fermato l'elaborazione proprio appena è apparso il rumore, allora possiamo eliminarlo senza problemi attraverso dei filtri passa basso (Low-pass) o con programmi specifici quali Noise Ninja e Neat Image. Ma stiamo attenti perché non dobbiamo cancellare i dettagli reali, né introdurne di fittizi. A sinistra l'immagine elaborata contenente rumore. A destra dopo l'utilizzo di Noise Ninja.

3) Rimozione inestetismi. Se abbiamo ripreso in modo particolare con CCD monocromatiche molto sensibili, potrebbe succedere che, benché si siano

ottenuti perfetti frame di calibrazione, vi siano ancora dei residui che non sono stati eliminati. Questo accade sempre nel caso dei raggi cosmici, particelle cariche che impressionano il sensore durante le riprese come se fossero delle stelle. Altri inestetismi possono essere causati dai già citati pixel caldi o freddi (più scuri del normale) che il dark frame non ha corretto. In presenza di pixel caldi o freddi si dovrebbe intervenire sulle immagini singole calibrate, prima di mediarle. Tutti i software astronomici hanno ottime funzioni per eliminare questi puntini in modo molto efficace (a patto che non siano troppi; quest'operazione non è un buon sostituto di un dark frame).

I difetti che sono presenti invece ora nell'immagine finale elaborata, possono essere corretti manualmente, a patto che non siano troppo invasivi, con un programma come Photoshop e una funzione fondamentale: il timbro clone. Questo strumento permette di sostituire i pochi pixel che contengono gli inestetismi con l'informazione proveniente da una regione adiacente scelta dall'utente. Di fatto, si mette in atto una mera operazione estetica che altera l'immagine, clonando un pezzo di fondo cielo buono sopra la regione che contiene l'inestetismo da far sparire. Da usare con molta, molta attenzione!

Piccole macchie causate da polvere o raggi cosmici possono essere eliminate con lo strumento timbro clone, impostando un raggio di circa 8-10 pixel. Lo strumento timbro-clone clona una zona dell'immagine selezionata sopra la parte che si vuole coprire. Naturalmente si tratta di un intervento correttivo, che non crea l'informazione dove non c'è, ma maschera l'inestetismo.

4) Elaborazione differenziale. Può capitare, se abbiamo ripreso un'immagine contenente regioni molto brillanti e mediato diverse pose, che le parti che contengono più segnale possano in effetti nascondere al loro interno molti più dettagli fini. In questi casi, e limitatamente alle regioni che contengono molto segnale, è possibile applicare i filtri di contrasto che di solito si utilizzano per enfatizzare i dettagli planetari. Le regioni adatte devono avere una scala non molto ampia (poche centinaia di pixel al massimo) e possedere dettagli fini. Con Photoshop o un programma simile, andremo a selezionare con lo strumento lazo la parte di nostro interesse sull'immagine già elaborata, sfumeremo la selezione di una quantità variabile tra i 20 pixel e i 50 (a seconda di quanto è estesa la regione selezionata) e

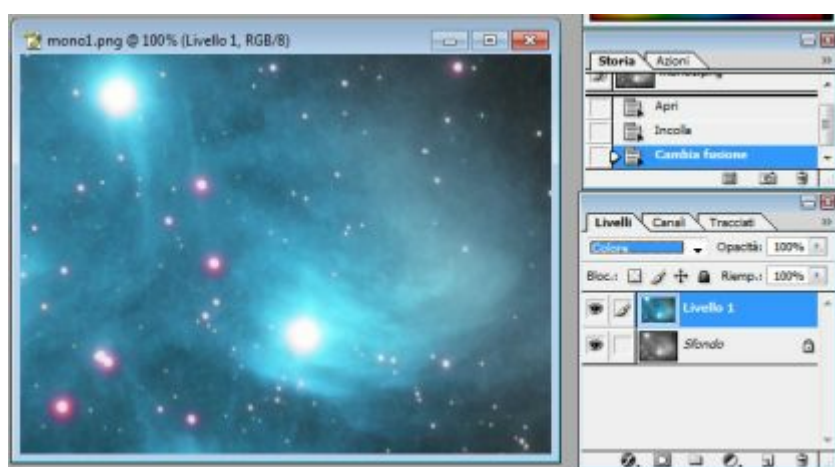
applicheremo una maschera di contrasto (o maschera sfocata) di raggio medio (1,5-4 pixel) e intensità non troppo elevata. Per un lavoro gradevole, questa fase riesce meglio prima di intervenire sulla riduzione del rumore. Una valida alternativa a questo metodo manuale è rappresentata dai filtri adattivi, in particolare quelli di Maxim DL che operano in automatico quello che abbiamo descritto manualmente. Il guadagno in termini di dettagli sull'immagine può essere notevole, soprattutto per riprese CCD.

Alcune porzioni di un'immagine possiedono dettagli interessanti e un segnale superiore, in grado di supportare maschere di contrasto più intense del resto. Una selezione intorno all'oggetto, sfumata di 15-20 pixel e una maschera di contrasto non troppo intensa, rendono il dettaglio più nitido e interessante. In questo caso la parte centrale della nebulosa fiamma viene risaltata maggiormente. La differenza è visibile nelle immagini seguenti.

Una valida alternativa all'elaborazione differenziale manuale. A sinistra, le nebulose fiamma e testa di cavallo come sono uscite da un doppio stretch: logaritmico e DDP. Nonostante la pulizia dell'immagine, i contrasti sono carenti. Per questo nella versione di destra si è applicato un filtro adattivo (Adaptive filter) com Maxim DL, di raggio 27 e intensità 11. Ora i contrasti dell'immagine sono migliorati e il fondo cielo continua a essere bello liscio. Il difetto attorno alle stelle più brillanti che si mostra come una lunga lancia è chiamato blooming e affligge solo le camere CCD monocromatiche progettate per scopi scientifici ,quando si riprendono stelle e sorgenti molto luminose.

5) Composizione dell'immagine a colori (solo per camere monocromatiche). Fino ad ora non ne abbiamo mai parlato, ma non possiamo concludere la trattazione ignorando la differenza tra bianco e nero e colore e, casomai, cercare di capire come fare per ottenere immagini a colori da riprese monocromatiche. Andiamo con ordine, dicendo che le fasi appena viste vanno bene sia se abbiamo ripreso un'immagine monocromatica con una camera monocromatica, che se abbiamo fatto riprese con camere a colori. Non c'è infatti bisogno, almeno non in questa fase di apprendimento, di complicarci la vita. Se invece vogliamo ottenere un'immagine a colori da camere monocromatiche, dobbiamo fare come per il Sistema

Solare: dotarci di una ruota porta filtri, di filtri RGB e di tanta pazienza, perché dovremo fare tre riprese identiche (ognuna media di qualche frame) con ognuno dei tre filtri. Una buona alternativa nell'imaging deep-sky è quella di costruire immagini LRGB, tanto, per fortuna, gli oggetti del cielo profondo non cambiano dettagli in pochi minuti come i pianeti. In questi casi il canale di luminanza è un'immagine monocromatica ottenuta senza filtri ed elaborata proprio come abbiamo spiegato fino ad ora. A questa, in fase di ripresa si aggiungeranno le tre immagini con i filtri RGB. Poiché queste devono solo dare il colore, possiamo fare riprese veloci e con una risoluzione più bassa. Molti astroimager riprendono i canali colore in inning 2X2, una funzione che riduce della metà il formato dell'immagine ma aumenta la sensibilità di ben 4 volte. Raccogliendo immagini per circa 20-30 minuti per ogni canale, calibrandole (ogni filtro richiede un proprio set di flat field!) ed elaborandole in modo veloce come visto nei primi tre punti di questa guida, avremo a disposizione l'informazione con cui colorare il nostro canale L, al quale avremo dato ben più importanza. L'aggiunta del colore al canale L è una delle ultime fasi (forse proprio l'ultima) e probabilmente è forse meglio farla manualmente. Prima di tutto è necessario che l'immagine RGB con cui colorare il canale L abbia le stesse dimensioni di quest'ultimo e la stessa orientazione. Una volta fatto, bisogna allineare il canale L e l'immagine RGB che darà il colore, senza però mediarle. Quando le due immagini combaciano perfettamente, apriamole con un programma di fotoritocco. Copiamo l'immagine RGB

e incolliamola sopra l'immagine L come un nuovo livello. Controlliamo il perfetto allineamento, impostiamo l'opacità dell'immagine RGB sovrastante al 100% e come metodo di combinazione "colore". Magicamente il colore dell'immagine RGB, e solo questa informazione, verrà trasferito sui dettagli dell'immagine L sottostante. Uniamo i livelli, magari aggiustiamo luminosità, e bilanciamento, e l'immagine a colori finale è pronta. Se invece non abbiamo bisogno di tutto questo perché la nostra immagine è già a colori, possiamo approfittarne per regolare il bilanciamento cromatico e rendere il tutto gradevole e attinente alla realtà. I due concetti non sempre vanno d'accordo, ma poiché stiamo fotografando l'Universo, direi che prima viene la realtà e poi l'estetica. Se le stelle di un ammasso globulare sono quasi tutte arancioni e rosse, benché sia affascinante regolare il colore per ottenere astri di ogni tonalità, questa non è una buona rappresentazione della realtà. Conoscere le proprietà dell'oggetto ripreso e visualizzare qualche immagine professionale, aiuta senza dubbio nel rappresentare l'Universo per quello che è, non per quello che i nostri occhi vorrebbero che fosse.

Composizione di un'immagine a colori ripresa con camera monocromatica e filtri RGB. La tecnica migliore è la LRGB. Il canale L, di luminanza, a sinistra, è stato ripreso senza filtri, curando il tempo di

esposizione totale e l’elaborazione, come se fosse un’immagine monocromatica a se stante. L’informazione del colore deriva da tre riprese con filtri RGB che possono non essere qualitativamente eccezionali, come testimonia la foto di destra. Per risparmiare tempo le immagini RGB possono essere riprese in binning 2X2, dimezzando la risoluzione ma aumentando di 4 volte la sensibilità, raccogliendo frame per circa 20-30 minuti totali, per ogni canale. Si elaborano i singoli canali in modo molto simile tra di loro, poi si compone l’immagine RGB, si bilanciano i colori e la si trasferisce sopra l’immagine di luminanza che vogliamo colorare, dopo naturalmente aver portato l’immagine a colori alle stesse dimensioni del canale L e averla allineata perfettamente.

Con l’immagine RGB posizionata al livello 1, si imposta la modalità di fusione su “colore” e la magia si completa: la nostra ripresa avrà i dettagli e la profondità del canale di luminanza sottostante e i colori della veloce (e qualitativamente pessima) immagine RGB sovrapposta.

Con la creazione dell’immagine a colori termina anche il lungo processo di elaborazione. In questa guida condensata sono stati dati consigli che probabilmente richiederanno tanto tempo e tentativi prima di essere messi in pratica con efficacia. Ma noi, contemplatori e fotografi del cielo, siamo abituati alla gavetta e alle sfide, quindi rimbocchiamoci le mani e affrontiamo con entusiasmo questa nuova scalata. L’obiettivo è ambizioso: un intero Universo da fotografare!

Ricerca amatoriale

Alcune parti di questa sezione sono tratte dal libro "Astrofisica per tutti: scoprire l'Universo con il proprio telescopio".

Se siete ormai degli astrofotografi del cielo con una certa

esperienza e molta voglia di portare al limite la vostra strumentazione, magari affrontando qualche divertente ed emozionante progetto di ricerca, questa è la sezione che fa per voi. Qui, proprio come degli astronomi professionisti, partiremo alla scoperta di tutto quello che il nostro telescopio amatoriale, accoppiato ai moderni dispositivi di ripresa digitale, è in grado di regalarci oltre al mero imaging estetico. Sapete, ad esempio, che moltissime stelle variabili oltre la magnitudine 10 non sono ancora state scoperte? O che è possibile osservare la traccia di un pianeta extrasolare distante centinaia di anni luce mentre attraversa il disco della propria stella? Senza contare poi la possibilità di scoprire asteroidi, comete, supernovae, fenomeni particolari nelle atmosfere dei pianeti.

Insomma, qui, con pazienza, determinazione e curiosità si va in prima persona alla scoperta dell'Universo.

Scoprire nuovi oggetti e fenomeni

Con la parola inglese survey (letteralmente sondaggio) si identifica un tipo di ricerca atta a scoprire fenomeni o corpi celesti imprevedibili che non hanno quindi una collocazione stabilita a priori nel cielo. In queste circostanze è necessario sondare la maggior area celeste nel minor intervallo di tempo per avere la migliore probabilità di scoprire quello che stiamo cercando.

Questo campo della ricerca è senza dubbio il più interessante e il più vasto, ma anche il più difficile perché affollato da diversi astronomi ed astrofili con la stessa vostra voglia di scoprire qualche nuovo corpo celeste. Il progetto prevede la ripresa di immagini profonde in modo continuativo, alla ricerca di nuovi oggetti ancora non scoperti o non esistenti: comete, asteroidi, KBO, nebulose, supernovae, novae, GRB (Gamma Ray Burst).

Qualche nozione teorica

Il cielo stellato è enorme, ed enorme è la quantità di oggetti, soprattutto appartenenti al sistema solare, che non è stata ancora scoperta. In questa classe rientrano le comete, gli asteroidi, i KBO, ma anche alcune deboli nebulose.

Oltre a questi corpi non scoperti, esiste una famiglia di oggetti dello spazio profondo che si accendono improvvisamente e che, ovviamente, non sono mai stati osservati prima.

Questo è il caso delle supernovae extragalattiche, le immani esplosioni stellari visibili fino a centinaia di milioni di anni luce, o della novae, stelle cataclismiche soggette ad esplosioni

superficiali che fanno aumentare molto la loro luminosità, oppure dei lontanissimi ma energetici Gamma Ray Burst (GRB), lampi ad altissima energia, generalmente raggi gamma, osservabili anche nel visibile (controparte ottica), che si accendono a caso nel cielo, preludio (spesso) di esplosioni di stelle di grande massa.

Scoprire e poi indagare fenomeni transienti dello spazio profondo e i corpi del sistema solare è alla base dello sviluppo di qualsiasi teoria astronomica, che non può chiaramente prescindere dalla preziosissima fase di raccolta dei dati.

La scoperta di comete, KBO e corpi minori del sistema solare è fondamentale per capire l'evoluzione, le proprietà e la nascita del sistema solare. Basti pensare che fino a venti anni fa si ignoravano completamente oggetti oltre l'orbita di Plutone, pensando, erroneamente, che il sistema solare terminasse in quelle remote regioni. Ora, invece, gli astronomi hanno scoperto corpi celesti oltre l'orbita di Plutone e persino di dimensioni maggiori del pianeta nano. Queste osservazioni hanno messo in crisi la teoria alla base della nascita ed evoluzione del sistema solare sviluppata prima che si sapesse dell'esistenza di questi pianeti nani a distanze di decine di miliardi di chilometri dal Sole. Attualmente si crede che possano esistere ancora diversi corpi celesti anche più grandi di Plutone, difficili da scoprire a causa della loro debolezza e soprattutto scarso moto apparente.

Il problema più grande che impedisce di avere un quadro chiaro delle proprietà e della storia del Sistema Solare è la mancanza di dati. Per quanto grandi possono essere gli sforzi dei professionisti, occorreranno ancora diversi anni prima di avere a disposizione un campione ben distribuito e studiato che ci permetta di affinare in modo soddisfacente quelle che per ora sono teorie in continua modificazione.

Ormai dovrebbe risultare chiaro che quando è necessario un monitoraggio continuativo nel tempo, il ruolo degli astrofili è fondamentale.

Stesse considerazioni, con conseguenze forse ancora più importanti, per gli oggetti extragalattici come le supernovae, fondamentali per mettere alla prova le teorie sull'evoluzione stellare e sulla stessa struttura e scala dell'Universo.

Solamente attraverso l'analisi delle supernovae è infatti possibile stimare con sufficiente precisione la distanza della galassia ospite. Ma lo studio delle supernovae ha risvolti molto più importanti e profondi. Queste sono ottimi calibratori per la legge di Hubble, la cui determinazione dell'omonima costante è fondamentale per comprendere le proprietà, la storia e l'evoluzione dell'Universo. A titolo di esempio, nel 1998 studiando le proprietà e distanze di un folto gruppo di supernovae in diverse galassie è stato possibile evidenziare qualcosa che mai nessuno si sarebbe aspettato: l'espansione dell'Universo non sta rallentando o procedendo a velocità costante, ma sta accelerando. Lo spazio si sta espandendo più velocemente in epoche recenti piuttosto che nei primi miliardi di vita dell'Universo.

Lo studio delle supernovae naturalmente è importantissimo anche per comprendere i complessi e violenti meccanismi dell'evoluzione stellare, come si generano gli elementi pesanti, fino ad arrivare addirittura a giustificare la nostra stessa esistenza, poiché gli elementi di cui siamo fatti sono stati prodotti negli interni stellari e poi disseminati nello spazio dall'esplosione di antiche supernovae.

L'esplosione di una stella è un evento imprevedibile e raro. Nella nostra Galassia si pensa che un evento del genere possa

verificarsi una volta ogni 50 anni circa. Fortunatamente questi eventi sono così energetici che risultano visibili per la strumentazione amatoriale anche a distanze di diverse centinaia di milioni di anni luce. Entro questa sfera immaginaria possiamo trovare centinaia, se non migliaia di galassie. Di fatto, il numero di supernovae scoperte in un anno è di diverse decine.

Se vogliamo cercare di scoprire una supernova, è necessario un telescopio, o addirittura una rete di telescopi in grado di osservare ogni notte centinaia di deboli galassie alla ricerca di un punto non presente nelle passate osservazioni.

Affascinante, seppure molto difficile, la scoperta di nuove comete, gli unici oggetti ai quali viene assegnato il nome dello scopritore.

Trovare una nuova cometa è però molto difficile perché questi oggetti sono facile preda delle survey automatiche professionali, ma tra poco vedremo qualche piacevole sorpresa.

Risultati ottenibili

La possibilità di effettuare riprese profonde, oltre la magnitudine 20, permette di effettuare scoperte davvero molto importanti semplicemente riprendendo porzioni di cielo.

Le survey professionali, spesso automatizzate, si prendono una grande fetta delle nuove scoperte, ma ciò non impedisce agli amatori di poter dire la loro, soprattutto con gli asteroidi (ve ne sono moltissimi ancora non scoperti), le comete e le supernovae.

I migliori strumenti per la “caccia” sono proprio quelli amatoriali: piccoli, leggeri, con un campo di ripresa generalmente grande; tutte caratteristiche non a caso copiate dagli astronomi che si occupano di survey a livello professionale!

Molti astrofili si sono specializzati nella ricerca di

supernovae extragalattiche, delle “stelline” che ogni tanto compaiono in remote galassie, il cui studio è fondamentale per la moderna astrofisica e cosmologia. In questo campo si ottengono i migliori risultati: il 90% delle scoperte proviene dagli astrofili.

Molto più complessa la scoperta di nuovi corpi appartenenti al sistema solare, per il quale le grandi survey professionali si accaparrano oltre il 95% delle scoperte. In questi casi la differenza tecnica non riguarda la profondità raggiungibile, ma il fatto che le survey professionali riescono a setacciare quasi tutto il cielo in una notte di osservazione, rendendo di fatto molto difficile la scoperta di nuovi asteroidi e comete.

La scoperta di una cometa è forse il sogno di molti amatori o semplici curiosi del cielo, se non altro perché è l’unico oggetto del cielo che porta il nome dello scopritore. Il fascino di poter porre il proprio nome nel cielo a testimoniare la nostra presenza su questo piccolo pianeta è un richiamo irresistibile per molti appassionati.

Per scoprire comete serve una determinazione fuori dal comune perché spesso questi piccoli batuffoletti luminosi sono facile preda delle grandi survey professionali che ogni notte scandagliano grandi porzioni di cielo.

Di bellissime eccezioni ve ne sono fortunatamente molte, come quella dell’astrofilo australiano Terry Lovejoy, scopritore della cometa più interessante e luminosa degli ultimi anni.

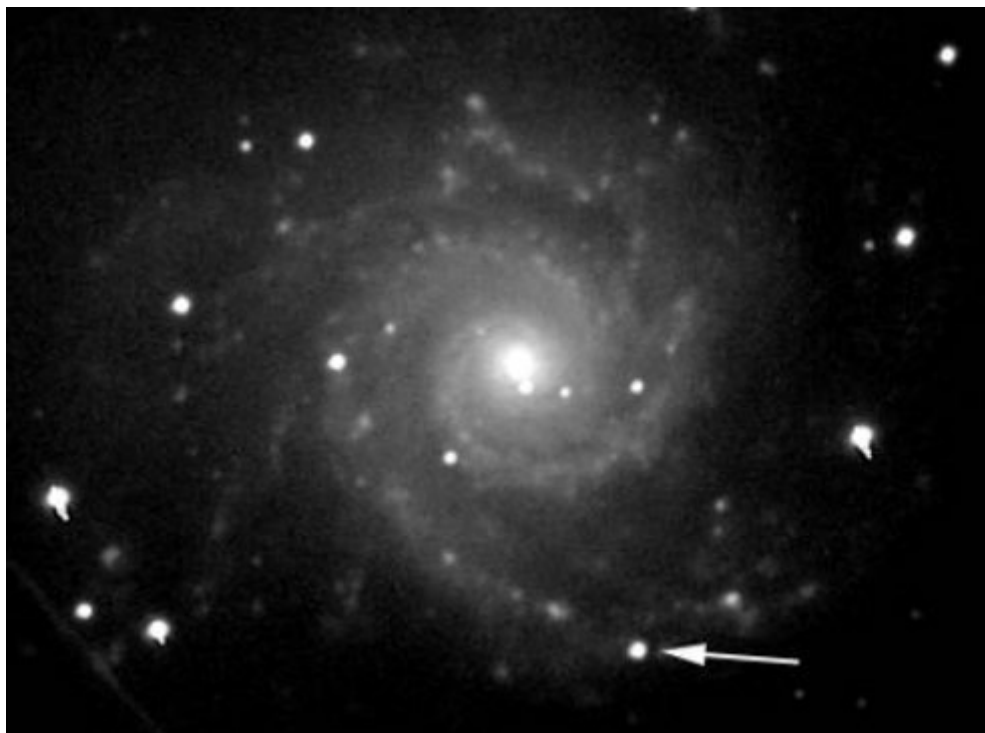
La cometa Lovejoy nei giorni di Natale del 2011, dopo un pericoloso incontro ravvicinato con il Sole, si è resa visibile per circa 10 giorni nei cieli australi brillando di magnitudine 1 e con una coda ben visibile estesa per oltre 20°: una visione davvero emozionante.

Lo scopritore di quella che è stata definita la cometa più bella

e sorprendente degli ultimi anni è un semplice astronomo dilettante che si diverte a cercare nuove comete con il suo telescopio da 20 centimetri (uno Schmidt-Cassegrain), una piccola montatura equatoriale (Vixen Sphinx) ed una camera CCD cinese dal costo simile a quello di una buona reflex digitale.

Quello che forse pochi sanno, è che questa bellissima cometa non è stata la prima e l'unica scoperta, ma solamente l'ultima di una serie di tre, iniziata nel 2007.

Anche in un campo estremamente competitivo, un astronomo dilettante dotato di determinazione e passione infinita può scoprire una cometa e dedicargli il proprio nome.

Immagine della nuova nebulosa scoperta nella costellazione del Cigno, a ridosso della ben più famosa nebulosa Crescent. A volte basta solo saper guardare attentamente le proprie immagini "estetiche" per fare importanti scoperte. (Gennaio 2009).

Una supernova apparsa nella galassia a spirale M74 nel giugno 2003. La luminosità raggiunse la magnitudine apparente 17,3, nonostante la distanza di circa 35 milioni di anni luce. La ricerca di supernovae è un campo in cui gli astrofili eccellono.

Scoprire una cometa

Scoprire una cometa rappresenta probabilmente una delle soddisfazioni più grandi per tutti gli appassionati di astronomia perché il vostro nome, meglio, il cognome, sarà indissolubilmente legato ad un corpo celeste che probabilmente continuerà a muoversi tra i pianeti per decine di milioni di anni.

Purtroppo, come accennato, la ricerca di comete è probabilmente il campo nel quale è maggiore la concorrenza, sia amatoriale che, soprattutto, professionale.

Fortunatamente i grandi programmi di ricerca automatizzati non scandagliano tutti i giorni tutta la volta celeste, lasciando un piccolo spazio anche per le scoperte amatoriali, almeno un paio l'anno per quanto riguarda le comete.

Come si scopre però una cometa e quali sono le emozioni e le tappe da seguire per vedersi affidare la paternità di una di queste piccole palle di neve sporca, così spettacolari quando si avvicinano al Sole?

La tecnica da seguire è relativamente semplice: bisogna scandagliare una zona di cielo non troppo lontana dall'eclittica e in prossimità del Sole. Sebbene le comete possano trovarsi anche a grandi distanze dalla nostra stella, solamente quando si avvicinano diventano abbastanza brillanti per essere viste.

La difficoltà del lavoro è principalmente nella pazienza e nella costanza. Ogni giorno bisogna scandagliare una porzione di cielo più grande possibile con il proprio telescopio a partire dall'orizzonte fino a circa 40-50° di distanza dal Sole. La procedura va ripetuta la sera dopo il tramonto (in questo caso si osserverà verso ovest) o la mattina a cominciare da due ore prima dell'alba (quindi verso est). E' molto importante scandagliare il

cielo con metodo: prepararsi un percorso semplice da seguire ed annotate scrupolosamente le coordinate di ogni campo inquadrato. Sarebbe veramente una beffa atroce trovare qualcosa e non riuscire a capire dove si trovava nel cielo!

La porzione di cielo va osservata o ripresa almeno due volte (meglio tre) nell'arco della sessione osservativa, a distanza di circa mezz'ora dal primo passaggio.

Questa procedura è fondamentale per riconoscere un'eventuale cometa dalle stelle di sfondo e dalla miriade di oggetti diffusi dello spazio profondo (nebulose, galassie) a causa del suo veloce movimento.

Le comete vengono scoperte quando sono estremamente deboli, quindi se si sceglie di condurre una ricerca visualmente, è necessario usare telescopi di buon diametro (almeno 25 centimetri) sotto un cielo scuro. Meglio tenere a bada le aspettative: non si vedrà mai un astro brillante con una lunga coda, piuttosto sarà necessario focalizzare l'attenzione su un piccolo batuffoletto di luce quasi indistinto che lentamente nel corso del tempo si sposta tra le stelle di fondo.

Se si sceglie la strada della tecnologia digitale, le cose si semplificano perché non sono richiesti necessariamente telescopi di grande diametro, si ottengono immagini oggettive e più profonde e, cosa non da poco, la procedura di scansione del cielo può essere automatizzata.

E' molto più semplice anche riconoscere le coordinate dei campi ripresi e analizzare i dati: alcuni software infatti provvedono automaticamente all'analisi avvertendo l'utente nell'eventualità che un oggetto si è spostato tra le stelle.

Anche in questo caso, meglio non lasciarsi prendere troppo dall'entusiasmo: per scoprire una cometa in genere sono richieste

statisticamente almeno 1000 ore di osservazioni continuative nel tempo (se siete fortunati!).

Al di là delle tecniche, che volendo si possono approfondire con una veloce ricerca in internet, cosa si prova a scoprire una cometa e cosa fare in questa eventualità?

Non posso essere d'aiuto in questa occasione, perché purtroppo non ho ancora avuto il piacere di una scoperta di questo tipo (a dire la verità non ci ho neanche provato!).

A tal proposito, forse è meglio ascoltare il racconto di un astrofilo che nel febbraio 2012 ha avuto il piacere di scoprire una cometa. Il suo nome è Fred Bruenjes, vive negli Stati Uniti e passa ogni notte serena ad osservare il cielo.

Queste sono le parole della serata astronomica più importante della sua vita.

Venerdì 10 febbraio 2012 sembrava proprio la notte perfetta per la scoperta di una cometa da parte di un astronomo dilettante. Mi sentivo davvero motivato nell'iniziare la sessione di osservazioni, anche perché le condizioni erano perfette. Il freddo probabilmente aveva scoraggiato molti astrofili e la Luna quasi piena sicuramente contribuiva a rendere meno agguerrita la concorrenza, soprattutto quella delle grandi survey professionali.

Avevo a disposizione solamente una o due ore prima che la Luna sorgesse e riducesse quasi a zero le possibilità di scoprire oggetti deboli, ma un'ora per me è più che sufficiente per scandagliare circa 270° quadrati di cielo con una magnitudine limite di circa 16.

Ho messo in funzione il mio sistema di ripresa e acquisizione delle immagini, ormai collaudato, e me ne sono andato a guardare un po' di tv mentre il telescopio acquisiva (o avrebbe dovuto

acquisire) le immagini.

Dopo un'ora sono tornato per controllare e con grande sconforto ho visto che la camera di ripresa, una reflex Canon 5D, si era bloccata ed aveva perso tutte le immagini acquisite.

Il mio morale era a terra: una delle poche notti favorevoli irrimediabilmente compromessa da questo imprevisto problema.

L'unica cosa che volevo fare in una situazione del genere era chiudere l'osservatorio, anche perché la Luna stava ormai per sorgere.

Poi ho ricordato a me stesso che non puoi trovare qualcosa se non la cerchi, così mi sono fatto coraggio ed ho riavviato il sistema. Questa volta tutto ha funzionato a dovere ed ho effettuato riprese per circa due ore, poi con la Luna ormai invadente ho deciso di arrendermi.

Chiuso l'osservatorio mi sono messo subito ad analizzare le immagini riprese. Per questo scopo utilizzo un software molto potente chiamato Visual Pinpoint. Il programma riconosce automaticamente il campo inquadrato e confronta le immagini della stessa area celeste per vedere se nell'intervallo di tempo qualche corpo celeste si è spostato.

Non mi aspettavo molto a dire la verità, ancora scoraggiato dal problema avuto con la fotocamera, ma ad un certo punto il programma mi segnale due immagini nelle quali sembrava esserci un piccolo batuffolo indistinto estremamente debole che si muoveva rispetto alle stelle in linea retta.

Il movimento regolare e la forma caratteristica ricordavano quella di una debole cometa, ma anche in questo caso 999 volte su 1000 il corpo celeste è già conosciuto oppure appena scoperto da qualche altro osservatore (a volte le scoperte si assegnano sul filo dei minuti).

In ogni caso valeva sicuramente la pena fare un controllo. Inserendo le coordinate del batuffolo di luce nella pagina del Minor Planet Center dedicata alla ricerca di comete conosciute, con mia grande sorpresa non trovavo alcun risultato. Stesso esito con una ricerca manuale nelle zone adiacenti le coordinate stimate del corpo celeste. Nessuna cometa doveva trovarsi in quella posizione!

A questo punto le chance di aver scoperto una nuova cometa cominciavano ad essere leggermente superiori, ma non potevo ancora cantar vittoria. In questi casi bisogna sempre pensare a tutte le possibili spiegazioni alternative all'ipotesi più difficile che purtroppo è anche la più piacevole: aver effettivamente scoperto una nuova cometa.

Il successivo controllo ha riguardato la ricerca di tutti gli asteroidi conosciuti nelle vicinanze. Magari uno di questi avrebbe potuto mostrare una debole attività cometaria, come non di rado succede alle famiglie che orbitano nei pressi di Giove.

Nella regione ripresa si trovavano effettivamente molti asteroidi deboli, ma nessuno di essi si muoveva verso ovest come quel fioco batuffolo, e sicuramente le rocce spaziali non fanno inversioni ad U improvvise!

A questo punto la situazione stava diventando davvero emozionante. Chiamai la mia migliore metà, mia moglie Jen, esperta astrofotografa, per darmi un parere sulle mie immagini. Senza alcun dubbio, prima ancora che le indicassi quale fosse il corpo celeste incriminato, esclamò: "quella è una cometa!"

Questo era il momento più delicato: cuore ed emozioni stavano prendendo il posto alla razionalità, ma non era ancora il momento. Quel piccolo batuffoletto così debole e sgranato poteva essere spiegato ancora in diversi modi, senza scomodare la

scoperta di una nuova cometa.

Ripresi le immagini grezze e controllai se poteva trattarsi di un riflesso o un artefatto introdotto dal sensore della mia reflex. Tutto però sembrava confermare la natura reale del piccolo corpo celeste. Anche la colorazione verdastra era compatibile con la tipica tonalità della chioma di una cometa. Tutto questo era davvero molto incoraggiante!

Controllai l'eventuale presenza di satelliti o stadi esauriti di razzi lanciati in quelle ore, ma la ricerca, fortunatamente, diede esito negativo.

A quel punto stavo seriamente prendendo in considerazione l'eventualità di una cometa. Quando tutte le ipotesi più probabili sono state escluse, quello che resta, anche se altamente improbabile, deve essere la spiegazione giusta.

Per avere la conferma definitiva avrei dovuto riprendere l' oggetto la sera successiva; per fare questo era necessario capire in che punto del cielo l'avrei ritrovato a distanza di 24 ore.

Il sito del Minor Planet Center ha uno strumento molto utile che consente di predire il percorso di un corpo celeste a partire da poche osservazioni.

Inserite le mie osservazioni, ricevetti un messaggio alquanto strano: "L'oggetto si muove piuttosto rapidamente, dovresti probabilmente segnalarlo…immediatamente!" Ci mancava anche un sito che fa della prudenza e delle conferme indipendenti la sua bandiera a far confusione con le mie emozioni! No, non era ancora il momento di segnalare l'oggetto; dovevo essere sicuro che si trattava di una nuova cometa attraverso un'osservazione di conferma nella nottata seguente, non volevo di certo far cercare fantasmi a costosi telescopi professionali!

Per calcolare la traiettoria del corpo celeste decisi quindi si

procedere manualmente aiutandomi con un foglio di calcolo elettronico (Excel).

Passai le seguenti 18 ore (compresa la notte) a controllare di nuovo tutte le immagini e le misurazioni, cercando di capire se ci fosse una spiegazione alternativa che mi era sfuggita nella concitazione di quei primi momenti e se l'oggetto, supposto reale, fosse stato già scoperto e catalogato.

Finalmente scese di nuovo la notte, o meglio, il crepuscolo, visto che non sono riuscito ad aspettare il buio completo dopo il tramonto del Sole.

Speranzoso e allo stesso tempo spaventato di non ritrovare più quel batuffolo di luce, ho subito puntato la posizione stimata dove avrebbe dovuto trovarsi: il momento della verità era finalmente arrivato. Se il corpo celeste c'era ed aveva caratteristiche simili, allora poteva effettivamente trattarsi di una nuova cometa da comunicare a chi di dovere.

Il chiarore del crepuscolo introdusse un lungo momento di pathos che mi sarei sinceramente risparmiato. Il cielo era infatti ancora troppo chiaro per mostrare un oggetto così debole.

Mano a mano che la notte avanzava inesorabile il campo inquadrato si riempiva di stelle e il cuore batteva sempre più forte. Ad un certo punto nell'ultima immagine scaricata cominciai a vedere poco oltre la soglia del rumore un oggetto diffuso e indistinto che non era riportato negli atlanti stellari.

Ho aspettato con trepidazione l'immagine successiva per avere la conferma che proprio lì, al centro del campo, si trovava quel punto indistinto di color verde, proprio come nella serata precedente! Wow, non ci potevo credere, era esattamente nel punto che avevo calcolato; questa cosa è davvero reale!

E' in questo momento che la ricerca di una vita, condotta con

passione e speranza durante notti insonni e spesso fredde, viene ripagata con una soddisfazione tanto più grande quanto maggiori sono stati gli sforzi per raggiungerla.

Avevo effettivamente appena raggiunto uno dei traguardi più importanti della mia vita!

Con il cuore gonfio di felicità ripresi altre immagini e spesi le ore successive ad organizzare le osservazioni che avrei poi mandato al CBAT del Minor Planet Center.

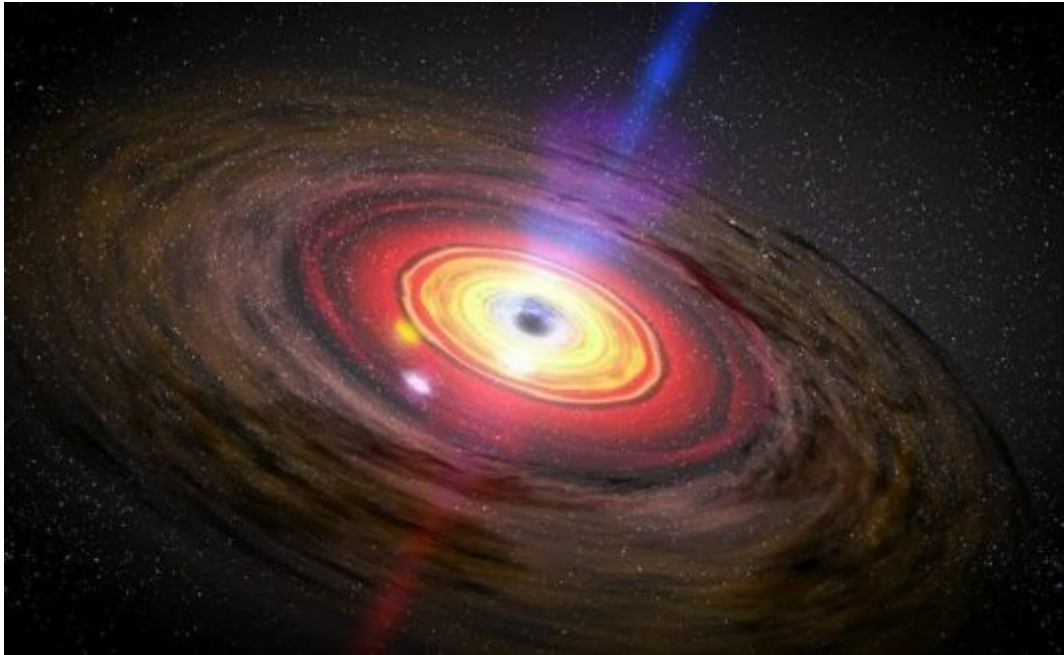
La mia speranza era che le osservazioni fossero sufficienti per far inserire l'oggetto nella lista dei NEO (corpi celesti vicini alla Terra) in modo da dare la possibilità ad altri osservatori di fare nel minor tempo possibile le doverose conferme (o smentite!).

Appena cinque minuti dopo aver inviato il report, la piccola cometa era già apparsa sulla pagina principale dei corpi da confermare. Il mio lavoro era terminato; potevo rilassarmi leggermente aspettando l'annuncio ufficiale della scoperta.

In quel momento, dopo due giorni insonni, l'adrenalina mi lasciò la possibilità di addormentarmi pensando a chi avrei raccontato per primo l'incredibile storia di questa scoperta.

L’immagine di conferma ottenuta la serata successiva mostra chiaramente la natura cometaria del corpo celeste.

Il 12 febbraio, appena un giorno dopo l’invio del report, la cometa fu ufficialmente designata con la sigla C/2012 C2 (Bruenjes). Questo è il coronamento del sogno di Fred Bruenjes, astrofilo che con un telescopio Schmidt-Cassegrain da 36 centimetri, una reflex digitale (non una camera CCD astronomica) e senza alcun complicato sistema di autoguida, ha un oggetto celeste in viaggio tra i pianeti del Sistema Solare che porta il suo nome.

Astrofisica

Alcuni degli articoli che vedremo sono estratti dal mio libro: "Nella mente dell'Universo"

Questa sezione, suddivisa in due rubriche, l'una un po' più tecnica, l'altra più semplice, rappresenta il cuore di questi volumi e ci proietta verso i grandi temi dell'astronomia teorica. Pianeti, stelle, galassie, buchi neri, quasar, nebulose, ammassi stellari, materia oscura, destino dell'Universo… Affronteremo insieme, mese dopo mese, un viaggio dal piccolo al grande, dal semplice al complesso, attraverso la struttura dell'Universo e le proprietà dei suoi strani abitanti. Per quanto possibile eviterò formule e concetti di difficile comprensione, rendendo l'articolo principale accessibile a tutti. La seconda parte, decisamente più rilassante, è a completa disposizione per tutte le domande sul Cosmo che la vostra mente riesce a concepire.

Quasar e buchi neri

La parola quasar fu coniata nel secolo scorso, quando si scoprirono delle sorgenti quasi puntiformi, come le stelle, che però avevano uno spettro molto diverso: in emissione, come quello delle galassie, e molto spostato verso il rosso.

L'interpretazione cosmologica del redshift associato (ovvero il redshift misurato è da imputare unicamente all'espansione dell'Universo) li pone a distanze enormi dalla Terra. Secondo questa assunzione, l'energia emessa è pari a quella di 1000 galassie.

I quasar, dall'inglese quasi-stellar object, sono tra gli oggetti più energetici e tuttora misteriosi dell'Universo, fonte di numerose diatribe anche aspre nella comunità astronomica.

Lo spettro di questi oggetti, che contiene forti linee in emissione soprattutto dell'idrogeno, è molto spostato verso il rosso. Se questo spostamento verso il rosso lo imputiamo al redshift cosmologico, ovvero a causa dell'espansione dell'Universo, allora scopriamo che tutti i quasar sono estremamente distanti, mai meno di 3 miliardi di anni luce. Le migliaia di sorgenti scoperte appartengono quasi tutte ad una zona di Universo con un'età compresa tra 5 e 12 miliardi di anni.

Questo significa che queste sorgenti estremamente energetiche erano attive miliardi di anni fa ed ora non lo sono più, poiché nelle nostre vicinanze non se ne osservano.

Non esistono quasar a distanze nettamente minori, ne a distanze maggiori: perché? Vedremo tra breve una possibile

risposta; prima dobbiamo capire di cosa si tratta e quali sono le loro proprietà.

Fisicamente i quasar sono nuclei estremamente brillanti ed attivi di remote galassie, all'interno dei quali si trovano dei buchi neri di massa miliardi di volte maggiore di quella solare che fagocitano enormi quantità di materia, la quale, spiraleggiando nel buco nero, emette ingenti quantità di energia prima di scomparire per sempre.

I quasar sono quindi i dischi di accrescimento dei buchi neri giganti all'interno delle galassie. La loro luminosità è così elevata da oscurare la figura galattica, la quale tuttavia è stata osservata con numerosi telescopi professionali.

Il quasar più brillante è 3C273 nella costellazione della Vergine, non troppo distante dall'omonimo ammasso (con il quale tuttavia non ha alcuna relazione), di magnitudine 12,8. Dal suo nucleo esce un getto di materia a velocità relativistiche (prossime a quelle della luce), che può essere messo in luce anche con strumentazione amatoriale. Se interpretiamo il redshift associato al suo spettro come di origine cosmologica, questa sorgente quasi puntiforme è distante circa 3 miliardi di anni luce.

Per anni 3C273 è stato l'oggetto più distante raggiungibile con strumentazione amatoriale, ma le cose dopo l'avvento delle camere CCD sono molto cambiate ed adesso è solo il più luminoso dei quasar che possiamo riprendere.

Se riusciamo a raggiungere la magnitudine 20, facile anche da cieli moderatamente inquinati da luci, possiamo spingerci fino a distanze di oltre 12 miliardi di anni luce, quando l'Universo era nato da circa 2 miliardi di anni.

Sebbene l'osservazione sia naturalmente priva di dettagli e spesso l'immagine risultante è confusa e rumorosa, vi è

un’incredibile emozione nel riprendere ed osservare sul proprio computer l’immagine di un oggetto la cui luce ha attraversato per 12 miliardi di anni gran parte dell’Universo osservabile.

Vale sicuramente la pena indagare, almeno qualitativamente, la natura, la distribuzione e le proprietà di questi particolarissimi oggetti.

I quasar sono una classe particolare di oggetti, facenti parte degli AGN (Active Galactic Nucleii).

Con il termine nuclei galattici attivi si suole identificare genericamente quei nuclei galattici, spesso appartenenti a galassie a spirale, particolarmente brillanti, quindi fonte di enorme energia.

Gli AGN si dividono in due classi, a seconda della loro luminosità assoluta:

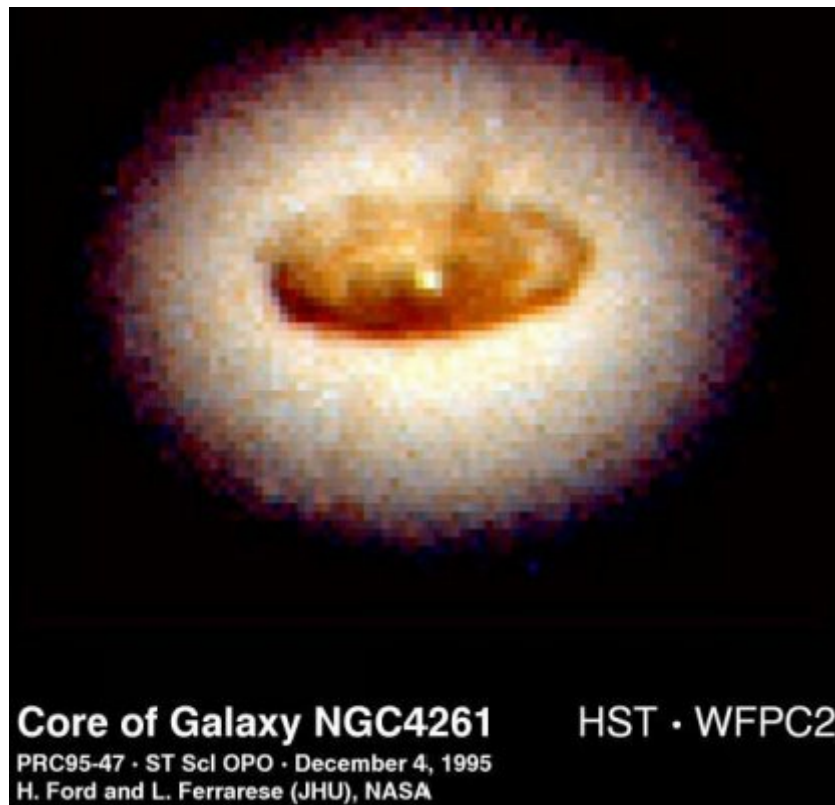
- Galassie di Seyfert, i cui nuclei hanno magnitudini assolute minori di $M_V < -23$;
- Quasar (QSO = Quasi Stellar Object), con luminosità superiori.

La classificazione non dovrebbe rispecchiare diverse proprietà fisiche, poiché le due classi di oggetti si pensa siano prodotte dagli stessi processi.

Tutti questi oggetti mostrano degli spettri in emissione: questo significa che sono composti da gas molto caldo, oltre le decine di migliaia di gradi. Non tutti, comunque, mostrano le stesse righe in emissione, e in base a ciò sono stati classificati in 3 categorie (questa volta alla base ci sono quindi comportamenti diversi!):

- Tipo1: Lo spettro presenta righe in emissione sia larghe che strette, sovrapposte ad uno spettro continuo, principalmente nel blu e nell’ultravioletto

vicino.

- Tipo2: AGN che presentano solamente righe molto strette.
- LINEAR: Questi AGN presentano sempre righe strette in emissione, ma di specie atomiche a bassa ionizzazione, ovvero a temperature apparentemente minori rispetto agli altri due. (LINEAR significa, in inglese: Low-Ionization Narrow Emission Region = regione di bassa ionizzazione e righe strette).

Quasar e AGN, secondo le teorie più accreditare, sono immensi buchi neri galattici al centro delle galassie che fagocitano grandi quantità di materia, la quale si dispone su dei dischi, detti dischi di accrescimento. L'efficienza del processo di emissione è circa 200 volte maggiore rispetto alla fusione nucleare nel nucleo delle stelle.

I differenti tipi corrispondono a luminosità decrescenti, a partire da quelli di Tipo1; quasi tutti sono presenti nelle galassie

a spirale o lenticolari.

Molto interessante è capire quanto siano grandi gli AGN, cosa siano e come viene prodotta tutta questa energia.

Senza aver bisogno di chissà quale tipo di conoscenza, applichiamo qualche semplice ragionamento, come abbiamo già fatto in precedenza e come faremo in tutto il volume.

Prima di tutto dobbiamo ottenere dati da analizzare.

Poiché essi appaiono sempre puntiformi, è difficile che delle riprese possano darci qualche informazione utile. Piuttosto, forse è utile analizzare sia il loro spettro, come abbiamo già fatto, che la loro luminosità in funzione del tempo, ovvero costruire una curva di luce per vedere se sono fonti luminose statiche oppure dinamiche. Questa seconda eventualità ci aprirebbe le porte a qualche prima conclusione.

Costruendo le curve di luce, ben presto ci accorgiamo che tutti i quasar presentano delle variazioni anche su scale temporali ridotte, tipicamente di un mese. Questa è una scoperta fondamentale per i nostri scopi. La luce è ciò che viaggia più velocemente nell'Universo; se supponiamo che la struttura del quasar sia sferica o a disco, una variazione di luminosità di un mese pone dei limiti alle dimensioni dell'oggetto, che non potrà essere più grande di un mese luce.

Se consideriamo la variazione di luminosità dovuta a cambiamenti della loro struttura, sulla falsa riga di quanto accade per le stelle variabili pulsanti, è chiaro che se il periodo di variazione è di circa 30 giorni, l'intero AGN o quasar non potrà mai avere dimensioni superiori a quelle che la luce percorrerebbe in questo lasso di tempo, altrimenti le variazioni di luminosità si presenterebbero su tempi scala maggiori.

Le dimensioni luce sono semplicemente il prodotto della

velocità della luce nel vuoto per il tempo: visto che la luce è ciò che viaggia più velocemente nell'Universo, qualsiasi altro cambiamento, di tipo gravitazionale o strutturale, potrà compiersi al massimo nel tempo che impiega la luce a percorrere lo stesso spazio.

Le dimensioni luce quindi rappresentano un limite superiore invalicabile alle dimensioni di qualsiasi corpo celeste, determinate dalla relazione: $r = c\Delta t$. In questo specifico caso, le dimensioni luce sono quindi di 1/10 di anno luce, circa 5100 Unità Astronomiche.

Analizzando il moto di stelle vicine a questa sorgente si riesce a capire che in questo spazio piccolo ci devono essere qualcosa come milioni o miliardi di stelle uguali al Sole, portando a delle densità incredibilmente elevate. E' a questo punto che si postula l'esistenza di un gigantesco buco nero, l'unico stato in cui può trovarsi una massa di milioni di volte quella solare concentrata in uno spazio dalle dimensioni simili al Sistema Solare, comprensivo della nube di Oort.

Al centro di tutte le galassie, tranne alcune nane, si possono osservare regioni centrali con queste dimensioni e con una densità così elevata: ogni galassia possiede al suo interno un buco nero.

Come mai alcuni buchi neri appaiono particolarmente brillanti, tanto da venire classificati come quasar e AGN, mentre altri risultano quasi del tutto spenti, come quello che si trova al centro della Via Lattea?

Ovvero, cosa trasforma il buco nero al centro delle galassie in un quasar o un AGN?

I buchi neri sono oggetti invisibili per definizione.

Quando parliamo di osservare un buco nero ci riferiamo

all'osservazione della materia che sta per essere fagocitata, nell'attimo prima di scomparire al di la dell'orizzonte degli eventi, la zona oltre la quale nulla, neanche la luce, può più uscire verso l'esterno.

Maggiore è la quantità di materia che spiraleggia attorno al buco nero centrale, maggiore è la luminosità emessa a causa del moto velocissimo e del grande riscaldamento del gas.

La differenza tra galassie "normali" e AGN o quasar, è proprio questa: il buco nero al centro degli AGN e dei quasar fagocita grandissime quantità di materia, mentre quelli al centro di galassie locali presentano un'attività molto bassa.

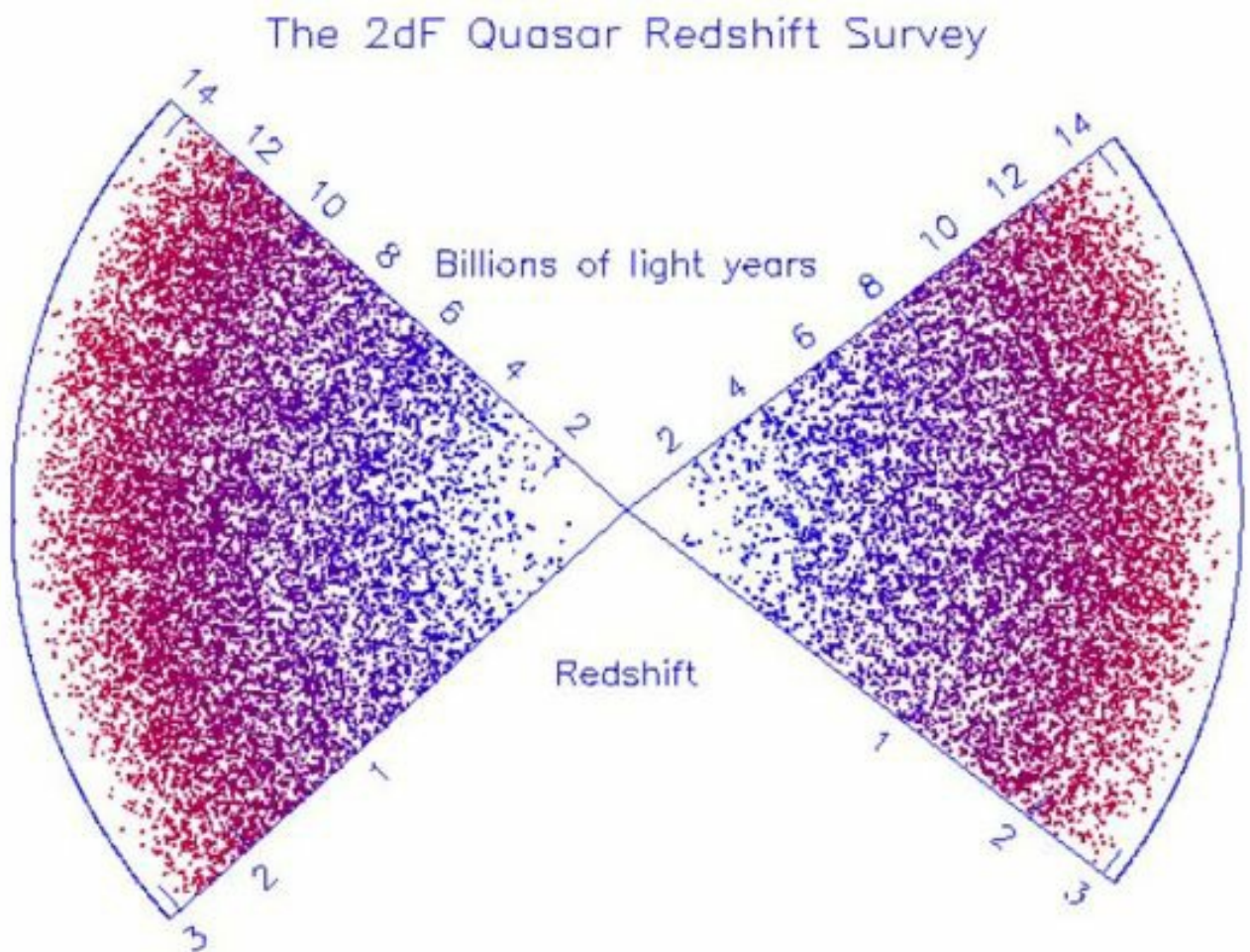
Secondo questa assunzione, e grazie all'osservazione della distribuzione dei quasar nell'Universo, possiamo dire che esso abbia attraversato una fase nella quale ingenti quantità di materia spiraleggiavano verso il buco nero centrale di ogni galassia (almeno quelle a spirale), emettendo enorme radiazione elettromagnetica. Con il passare del tempo la materia nei pressi della zona centrale si è andata esaurendosi, spegnendo il buco nero e trasformando il quasar in un AGN e poi in un normalissimo nucleo galattico, come quelli presenti nelle vicinanze della Via Lattea e al suo interno.

Si pensa che tutte le galassie, almeno quelle a spirale, abbiano attraversato la fase di quasar prima e quella di AGN poi, fino a spegnersi lentamente alle attuali ere cosmologiche.

Una volta che il nucleo galattico si è spento, proprio come una stella che esaurisce il combustibile che la fa brillare, non si riaccenderà più, se non per brevi tempi e in rare occasioni, quando una stella o parte del suo materiale si troverà nelle vicinanze e ne verrà catturata.

Questa teoria ha trovato solide basi anche nell'osservazione

del buco nero al centro della nostra galassia, in una regione denominata Sagittarius A.

Recenti osservazioni hanno messo in evidenza che il buco nero centrale, di circa 2 milioni di masse solari, si è riacceso 300 anni fa per un breve periodo, emettendo ingenti quantità di radiazioni elettromagnetiche (principalmente raggi X), per poi tornare alla sua estrema quiete quotidiana (quando diciamo che un buco nero emette, ci riferiamo sempre all'emissione del suo disco di accrescimento, ovvero del gas che lentamente vi precipita).

Distribuzione dei quasar nell'Universo in funzione del loro redshift. La scala delle distanze è calibrata secondo la legge di Hubble e per una scelta della costante di Hubble, in questo caso prossima ai 60 km/s/Mpc. A seconda della scelta di un valore per questa costante le distanze possono cambiare notevolmente; meglio riferirci direttamente al redshift che è oggettivo e non cambia. Come si può vedere, non esistono quasar con redshift maggiore di 3,

eppure si conoscono galassie con redshift maggiore di 5. Perché questo comportamento?

A prescindere dai diversi tipi di nuclei galattici attivi, lo spettro di queste sorgenti, come abbiamo accennato, presenta forti righe in emissione con evidenti distorsioni. Se ci pensiamo bene, questa è una forte prova che alla base dell'emissione rilevabile c'è il riscaldamento di grandi quantità di materia che si muovono ad elevate velocità.

Uno spettro in emissione, infatti, si ha quando un gas è fortemente riscaldato e non si trova proiettato su uno sfondo luminoso.

Nelle stelle lo spettro presenta righe in assorbimento, dovute al fatto che il gas responsabile dell'assorbimento si trova al di sopra della superficie stellare che emette radiazione. Essendo più rarefatto e freddo, per contrasto presenta righe in assorbimento. Se questa fosse la dinamica degli AGN, ovvero presenza di gas rarefatto e più freddo sopra un corpo molto caldo e più denso, vedremmo righe in assorbimento, o al limite di temperature altissime, non noteremmo righe.

Il fatto che osserviamo righe in emissione significa che la radiazione elettromagnetica deriva direttamente dal gas riscaldato e non da una sorgente "sottostante", che non può esistere in quanto il buco nero responsabile di tutto ciò non può emettere radiazione. La distorsione delle linee è causata dall'effetto doppler causato dalla rotazione del gas attorno al centro. Maggiore è la distorsione e la larghezza delle linee, maggiore è la velocità del gas che orbita attorno al buco nero, maggiore quindi è la radiazione emessa a causa del forte attrito e della perdita di energia per effetti relativistici. La correlazione tra larghezza delle

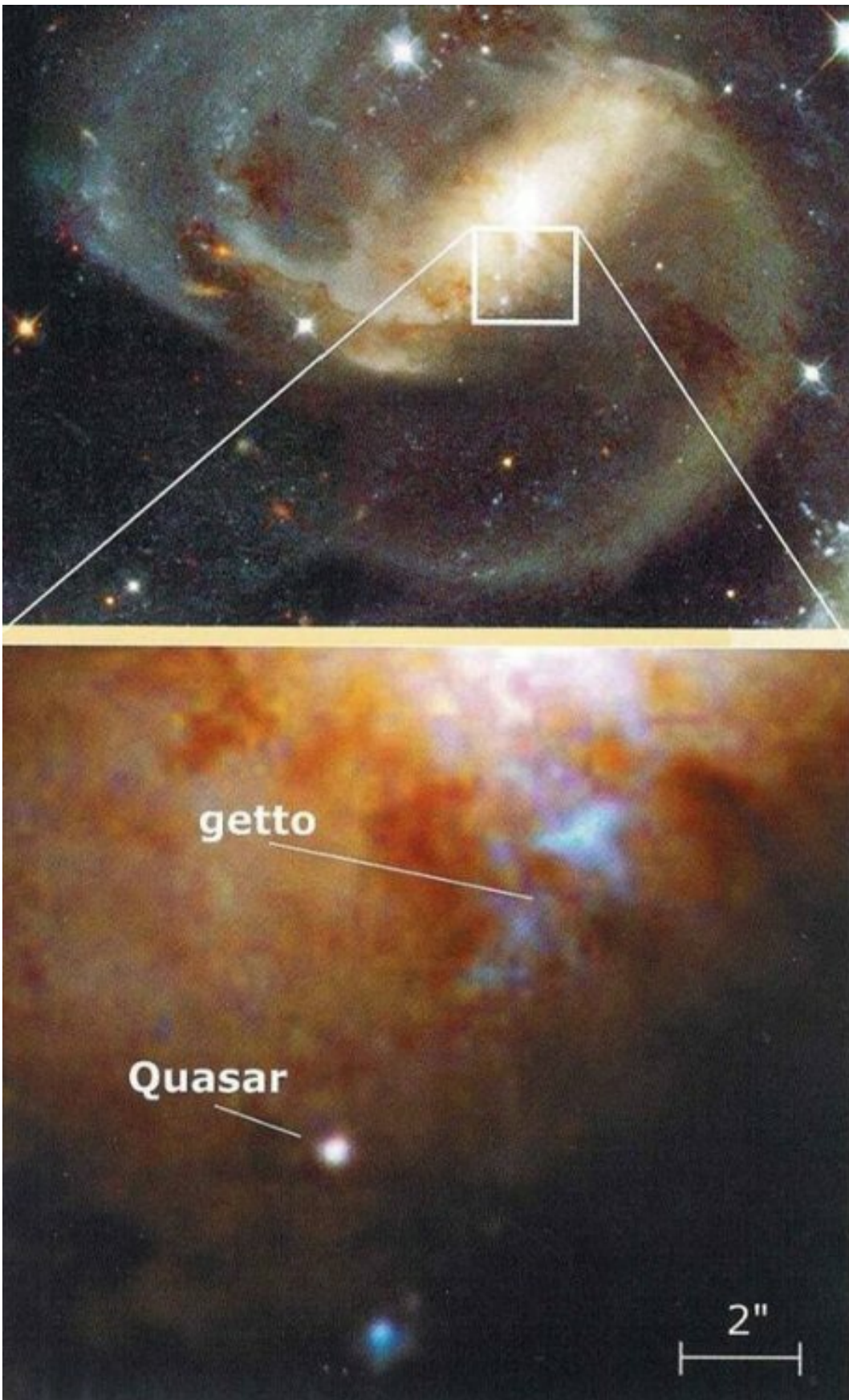
linee ed energia emessa non è quindi casuale.

Una teoria alternativa per i quasar

Sebbene il modello dei quasar sia piuttosto soddisfacente, alcune teorie mettono in dubbio l’ipotesi base del nostro discorso, ovvero che i quasar siano buchi neri estremamente attivi al centro delle galassie e che possiedono tutti alto redshift, trovandosi quindi a grandi distanze dalla Via Lattea.

L’astrofisico Halton Arp ha raccolto, nel corso degli anni, numerose immagini e dati che proverebbero l’inconsistenza della teoria standard dei quasar. Secondo il suo team, ci sarebbero prove concrete che il redshift dei quasar non è congruente con la loro posizione reale.

Alcuni quasar con alto redshift sembrano sovrapporsi alle immagini di vicine galassie, altri sembrano provenire direttamente dai loro nuclei, come se fossero stati espulsi. Arp ha compilato un catalogo di galassie nelle quali l’interpretazione cosmologica del redshift non sembra concordare con quanto si può osservare.

Una delle immagini più sorprendenti è la seguente.

Questa è una delle prove più forti a sostegno della teoria non cosmologica dei quasar. Nel 2003 uno studente di fisica all'università di Lecce, Pasquale Galianni, scoprì, analizzando alcune immagini riprese dal telescopio spaziale Hubble, un quasar apparentemente sovrapposto ad una delle galassie del quintetto di Stephan. Il redshift del quasar, se interpretato

con significato cosmologico, lo colloca miliardi di anni luce oltre la galassia, ma l'immagine sembra mostrare che esso si trovi davanti, e forse sia addirittura collegato alla galassia. Chiarire se questo oggetto e quelli delle prossime figure siano fisicamente collegati alle galassie, o vi si trovino per un mero effetto prospettico, è alla base della validità delle teorie proposte per spiegare il loro comportamento. Purtroppo ottenere dati precisi è di una difficoltà estrema.

Ma ve ne sono molte altre. Alcune mostrano quasar di alto redshift che sembrano sovrapporsi o essere addirittura connessi con galassie che dovrebbero essere molto più vicine. I quasar, inoltre, a guardare le immagini, non sembrano associati con il nucleo di alcuna galassia.

La teoria di Arp e del suo team afferma che è un errore interpretare il redshift dei quasar come indicatore di distanza; in altre parole, il redshift osservato non è di origine cosmologica. Secondo questo assunto, la stima delle distanze dei quasar con questo metodo porta a risultati completamente sballati e incongruenti; questo risultato sarebbe confermato dal fatto che tutti i quasar vengono a trovarsi a grandissime distanze, sebbene alcuni di essi sembrano più vicini di alcune galassie.

La grande diatriba tra i sostenitori dell'ipotesi cosmologica e non si gioca tutta sull'analisi delle immagini e sulla loro interpretazione.

I quasar che abbiamo visto nelle immagini precedenti sono davvero connessi alle galassie più vicine, oppure si tratta solo di un mero gioco prospettico?

Il quasar nell'immagine precedente, scoperto da uno studente italiano di fisica, Pasquale Galianni, è veramente sovrapposto alla galassia ed in qualche modo connesso, o si trova in realtà molto più lontano e solo per una particolare prospettiva ci appare

sovrapposto ad essa?

I sostenitori di Arp sono pronti a giurare che questi oggetti appartengono alle galassie e che il loro redshift non indichi la distanza ma sia collegato alla loro età: essi vengono creati all'interno delle galassie e sono poi espulsi.

I sostenitori della teoria "standard" confutano queste ipotesi con alcune prove molto convincenti:

1) dato il grandissimo numero di questi oggetti nel cielo, è ammissibile che una piccola quantità si trovi prospetticamente vicino ad alcune galassie, ma solamente per caso. In effetti, la probabilità che un quasar si trovi prospetticamente accanto ad una galassia più vicina, quindi con diverso redshift, è in accordo con i dati attualmente disponibili.

2) Il fatto che attorno a molti quasar non si veda la galassia ospitante non significa necessariamente che non esista, piuttosto che, data l'enorme distanza, la struttura a disco sia molto difficile da rilevare.

3) L'analisi dello spettro dei quasar mostra segni dell'assorbimento causato dal gas attraversato lungo il tragitto che lo separa dall'osservatore, compatibile con la distanza stimata attraverso l'interpretazione cosmologica del redshift.

4) L'esistenza di questi oggetti solamente in epoche molto lontane, come si ricava dall'interpretazione cosmologica del redshift, viene interpretata come reale e giustificata con il fatto che il buco nero al centro delle galassie ha fagocitato grandi quantità di materia per miliardi di anni, fino a quando non si è esaurita. Esaurita la materia, il buco nero si è placato e il quasar si è spento.

Per questo motivo non osserviamo più questi oggetti nelle nostre vicinanze.

5) La teoria sviluppata da Arp propone la creazione di questi oggetti e ammette la creazione di nuove particelle nell'Universo, scontrandosi con il principio di conservazione dell'energia come lo conosciamo.

In questi ultimi anni la teoria alternativa per l'interpretazione dei redshift dei quasar ha perso un po' di credibilità, ma il lavoro di Arp e del suo team resta importantissimo e costituisce la giusta dialettica che dovrebbe accompagnare ogni teoria scientifica.

Solamente con un confronto civile si possono migliorare le nostre conoscenze.

Qualche chiarimento sui buchi neri

I buchi neri sono oggetti così compatti che neanche la luce riesce a sfuggire dalla loro enorme attrazione gravitazionale.

Possiamo immaginare la luce come un flusso di particelle infinitamente piccole, le quali subiscono, come ogni particella, la forza di gravità di ogni corpo celeste.

In realtà il comportamento della luce è particolare, ma a noi non interessa in questo momento: l'importante è sapere che nulla va più veloce della luce e che anche essa sente la forza di gravità.

La forza gravitazionale prodotta da ogni oggetto obbedisce alla legge classica di Newton, la cui intensità (la forza è un vettore, noi consideriamo solo l'intensità) è data da:

$$F = (GM_1M_2)/r^2$$

dove G è la costante di gravitazione universale, M_1 la massa del corpo 1, M_2 la massa del corpo due (la forza si misura sempre tra due corpi), ed r la distanza tra i due corpi, o meglio, tra il centro dei due corpi. La formula è valida solamente per corpi a simmetria sferica, ma questa è un'approssimazione che ci possiamo permettere in questo caso.

Quando uno dei due corpi celesti ha una massa molto minore rispetto all'altro, gran parte della forza di gravità è generata dal corpo più massiccio.

Associato ad ogni forza vi è il concetto di campo di forza.

La forza di gravità si misura sempre tra due elementi, ma essa è il risultato dell'interazione di due campi di forza, in questo caso campi gravitazionali, generati dalle singole masse. Possiamo quindi considerare il campo gravitazionale come una proprietà dello spazio generata dalla presenza di una massa, che si manifesta attraverso l'effetto della forza gravitazionale quando un secondo corpo, con un proprio campo gravitazionale, interagisce

con il primo. In altre parole, il campo gravitazionale è una proprietà di ogni massa che esiste sempre, ma che si manifesta sottoforma di forza gravitazionale solamente quando interagisce con il campo prodotto da un altro corpo celeste. Non è difficile quindi immaginare il campo gravitazionale come la causa della forza di gravità. Questo discorso vale in generale: la forza tra due corpi (gravitazionale, elettromagnetica, forte, debole) è il risultato dell'interazione dei campi di forza generati dai due oggetti (stelle, pianeti, atomi, elettroni, protoni…).

In termini più precisi, il campo gravitazionale prodotto da ogni corpo celeste è dato dalla forza esercitata su una massa, detta massa di prova, diviso il valore di tale massa. In questo modo il risultato non dipende dalla massa che abbiamo utilizzato e che ci è servita solo per avere una misurazione.

Con questa operazione abbiamo caratterizzato il campo gravitazionale dell'altro corpo, il quale è indipendente da quale oggetto ho usato per misurarlo.

Associato al campo gravitazionale prodotto da ogni corpo celeste c'è il concetto di velocità di fuga.

La velocità di fuga è definita come la velocità minima necessaria ad un secondo corpo affinché riesca a sfuggire dall'attrazione gravitazionale dell'altro, responsabile del campo gravitazionale.

Sulla superficie terrestre la velocità di fuga è di circa 11 km/s: lanciando qualsiasi oggetto a questa velocità, esso si allontanerà indefinitamente dal nostro pianeta, senza mai ricadere. Se lo lanciamo a velocità minori, prima o poi l'oggetto precipita sulla superficie.

La relazione che ci fornisce la velocità di fuga di un corpo dal campo gravitazionale di un altro è la seguente: $v_f = \sqrt{(2GM/r)}$

dove M identifica la massa del corpo celeste di cui dobbiamo calcolare la velocità di fuga. Come possiamo vedere, la massa dell'oggetto che deve uscire dal campo gravitazionale non conta affatto: la velocità resta la stessa se devo lanciare un piccolo sasso o un gigantesco razzo.

Sotto questo punto di vista, possiamo affermare che in un buco nero la velocità di fuga è maggiore o uguale alla velocità della luce, ovvero pari o superiore a 300000 km/s: è questo il motivo per il quale la luce non può uscire in nessun caso da un buco nero.

Poiché la luce è ciò che di più veloce esiste nell'Universo, nulla può uscire da un buco nero, tanto che esso apparirà sempre come una voragine completamente nera nel cielo: dal buco nero non può uscire alcun tipo di informazione.

La zona nei pressi del buco nero, alla quale corrisponde una velocità di fuga pari a quella della luce, si chiama orizzonte degli eventi: ogni corpo celeste o radiazione elettromagnetica che supera questa linea immaginaria viene risucchiato per sempre e non potrà mai più uscire dal buco nero.

L'orizzonte degli eventi non corrisponde necessariamente alla presenza di qualche tipo di materia o superficie solida: è semplicemente un limite oltre il quale nulla può uscire.

Il raggio dell'orizzonte degli eventi è detto raggio di Schwarzschild, dal fisico che per primo ne teorizzò l'esistenza, nel 1916, come soluzione particolare delle equazioni della relatività generale di Einstein. L'esistenza del raggio di Schwarzschild può essere teorizzata anche utilizzando la teoria classica, impostando, nella seconda equazione di Newton per sistemi gravitazionali, la velocità di fuga uguale a quella della luce, e così fu fatto, ad esempio, da Eddington, il quale giunse a

questo risultato apparentemente paradossale: un corpo abbastanza denso riuscirebbe a trattenere anche la luce stessa, presentandosi completamente nero ed inaccessibile. Il raggio di Schwarzschild è una quantità che può essere calcolata per ogni oggetto dotato di massa, che non necessariamente si sia trasformato in un buco nero o che abbia le potenzialità per diventarlo.

La relazione che descrive tale raggio è la seguente: $r_s = (2GM)/c^2$, dove G è la costante di gravitazione universale, M la massa dell'oggetto, c la velocità della luce nel vuoto (una delle costanti della Natura).

Secondo questa definizione, il Sole possiede un raggio di Schwarzschild pari a circa 3 km, la Terra di soli 9 millimetri.

Il raggio di Schwarzschild rappresenta quindi il raggio dell'orizzonte degli eventi di un ipotetico buco nero contenente tutta la massa dell'oggetto considerato.

Chiaramente, come già detto, non c'è alcun collegamento tra il calcolo di questo valore e la reale esistenza del buco nero.

La Terra e il Sole, ad esempio, non diventeranno mai spontaneamente dei buchi neri nel corso della loro storia.

L'orizzonte degli eventi, con un raggio pari al raggio di Schwarzschild, è l'ultima superficie che conosciamo di un buco nero.

Non sappiamo, ne potremmo mai sapere, cosa c'è oltre questa linea, poiché, anche se ci dovessimo entrare, non potremmo in alcun modo comunicare al mondo esterno ciò che vediamo.

Qualsiasi forma di materia o radiazione che varca questa superficie non ne uscirà mai più.

A causa di quanto appena detto, molte persone sono portate a credere che i buchi neri siano dei mostri che risucchiano

qualsiasi cosa, ma non è così.

Esistono due tipi di buchi neri: stellari e galattici. I primi si formano dall'esplosione di stelle molto più massicce del Sole; questi oggetti hanno masse comprese tra 3 e 20 masse solari.

La forza di gravità risultante, quindi, sarà esattamente la stessa prodotta da una stella con pari massa: grande, ma non distruttiva, e con esattamente le stesse proprietà.

L'unica differenza è che una stella di 20 masse solari ha un raggio di qualche milione di km, mentre un buco nero di pari massa ha un raggio di una decina di km: il campo gravitazionale a grandi distanze è lo stesso, ma nel caso della stella non possiamo avvicinarci oltre il suo raggio, mentre nel caso del buco nero la massa è molto concentrata e possiamo arrivare ad una distanza di circa 10 km dal centro della sua massa, con la conseguenza che la forza di gravità, in queste regioni, è enorme, tanto da trattenere anche la luce.

Ai fini del moto orbitale, la presenza di una stella o un buco nero non cambia la dinamica dei corpi presenti nel sistema. Se, ad esempio, al posto del Sole si trovasse un buco nero di pari massa, la dinamica di tutti i corpi del Sistema Solare resterebbe la stessa: nulla verrebbe fagocitato se non si avvicina a poche migliaia di km dall'orizzonte degli eventi.

In un certo senso, è più facile che qualche oggetto venga ingoiato dal Sole, il cui diametro è di 1,4 milioni di km, piuttosto che da un buco nero di pari massa, il cui orizzonte degli eventi ha un raggio di appena 3 km!

I buchi neri galattici hanno masse molto superiori, milioni o anche miliardi di volte quella solare, ma le proprietà gravitazionali sono esattamente le stesse di un oggetto di pari massa ma diametro maggiore.

E’ molto interessante notare una cosa abbastanza curiosa: se ci trovassimo all’interno dell’orizzonte degli eventi di un buco nero galattico, non ci succederebbe praticamente niente, perché la forza di gravità che sentiamo può essere anche minore di quella terrestre.

Possiamo dimostrare questa affermazione con alcune relazioni fisiche.

La velocità di fuga è data da: $v_f = \sqrt{(2GM/r)}$, l’accelerazione di gravità prodotta da un generico campo gravitazionale generato da un corpo di massa M è: $a = GM/r^2$.

Come possiamo vedere, la velocità di fuga dipende dalla radice quadrata della distanza, mentre l’accelerazione dal quadrato della distanza dal centro del corpo celeste. E’ logico supporre, quindi, che possano esistere superfici all’interno dell’orizzonte degli eventi, quindi con velocità di fuga almeno uguale a quella della luce, che sentano una forza di gravità tutto sommato debole.

Un buco nero di 1 miliardo di masse solari ha un orizzonte degli eventi dal raggio di circa mezzo anno luce. Se, però, ci dovessimo trovare proprio all’interno di questa linea, che separa l’Universo esterno da quello interno al buco nero, sentiremmo un’accelerazione di gravità uguale a quella che ogni giorno sperimentiamo sulla superficie terrestre! La velocità di fuga è enorme, nulla può uscire, ma all’interno non c’è un ambiente così estremo come si potrebbe pensare.

Sebbene l’idea dei buchi neri come mostri del cielo che fagocitano ogni cosa sia affascinante, non possiamo dimenticare l’approccio razionale e scientifico che dobbiamo avere quando vogliamo studiare tutti gli oggetti del cielo.

I buchi neri, soprattutto quelli galattici, sono oggetti che

fagocitano grandi quantità di materia, ma il motivo non è perché la loro grandissima forza di gravità mangia tutto quello che incontra, anche stelle distanti migliaia di anni luce, ma semplicemente perché c'è della materia che se ne avvicina troppo, esattamente come alcune comete fanno con il Sole, venendone fagocitate.

L'orizzonte degli eventi di un buco nero è scoperto, ovvero non esistono barriere di materia che ne impediscono l'attraversamento, per questo è facile che stelle e gas se ne avvicinino e vengano inghiottite.

All'interno delle densissime regioni centrali delle galassie esiste sempre un buco nero che fagocita materia, in modo più o meno marcato.

Le galassie attive e i quasar sono oggetti i cui buchi neri centrali fagocitano grandissime quantità di materia, mentre nel caso della Via Lattea o Andromeda il buco nero centrale è quasi inattivo.

La presenza dei buchi neri si mette in luce proprio analizzando il gas che essi fagocitano.

Non possiamo vedere la radiazione eventualmente emessa, poiché non riesce a sfuggire dall'orizzonte degli eventi, ma possiamo rilevare l'emissione della materia prima che attraversi l'orizzonte degli eventi.

La caduta di materia all'interno di un buco nero non è simile al lancio di un sasso in uno stagno, ovvero non avviene in modo diretto.

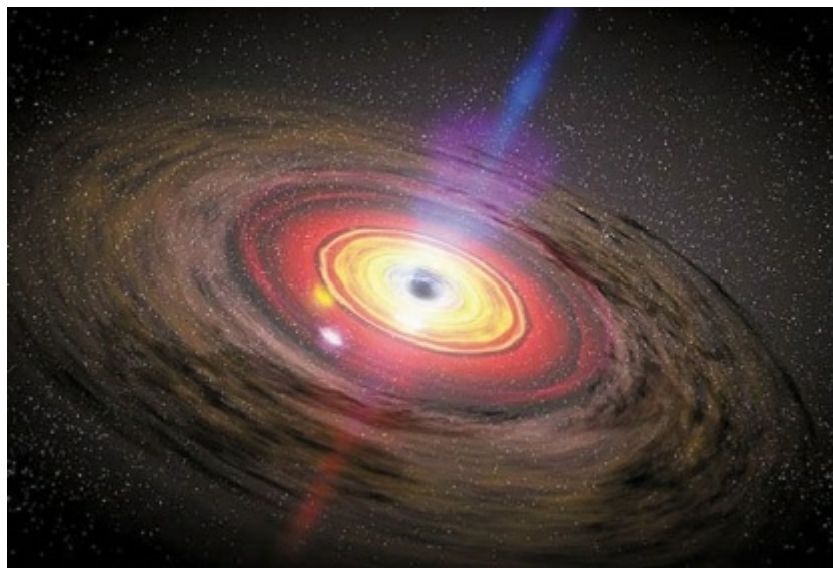
Spesso attorno ad ogni buco nero si forma quello che si chiama disco di accrescimento, ovvero un grande disco di materia che orbita attorno al buco nero centrale.

La densità della materia del disco e la grande accelerazione che subisce, fanno si che essa si scaldi ed emetta grandi quantità di radiazione elettromagnetica. Il processo è terribilmente efficiente, tanto che circa 1/10 della massa del gas viene trasformato in energia, secondo la relazione di Einstein $E = mc^2$, un processo molto più efficiente della fusione nucleare all'interno delle stelle, la quale trasforma in energia solo lo 0,7% della massa degli atomi coinvolti.

Questa emissione di energia rallenta il moto della materia, che lentamente si sposta su un'orbita più interna, spiraleggiando fino a quando non attraversa l'orizzonte degli eventi; a questo punto l'emissione scompare totalmente e non potremmo mai più osservarla.

Un comportamento curioso riguarda la radiazione emessa dal gas che sta per essere inghiottito dall'orizzonte degli eventi. Quando la luce attraversa un forte campo di gravità presenta il fenomeno del redshift gravitazionale. Poiché la radiazione elettromagnetica non è dotata di massa, reagisce alla forza di gravità in questo modo: quando attraversa un campo gravitazionale molto intenso, viene letteralmente "stirata" verso la parte rossa dello spettro elettromagnetico, di una quantità sempre maggiore fino a quando, in prossimità dell'orizzonte degli eventi il redshift diventa infinito e di fatto l'energia che riceviamo si riduce a zero. Questo comportamento della luce è ben spiegato dalla teoria della Relatività Generale di Einstein. La larghezza delle righe di emissione dello spettro elettromagnetico emesso è generata dall'effetto doppler causato dalla rapida rotazione del gas e dal redshift gravitazionale che subisce la radiazione elettromagnetica posta nelle parti più interne del disco di accrescimento.

Come abbiamo potuto vedere, quindi, un buco nero fagocita materia perché essa, mentre vi orbita intorno a distanze molto ravvicinate, perde energia e rallenta il suo moto a causa dell'elevata densità.

Buchi neri che non possiedono dischi di accrescimento sono totalmente invisibili e possono essere rilevati solamente analizzando le perturbazioni gravitazionali che esercitano su altri corpi celesti.

Rappresentazione artistica di un buco nero. Non possiamo mai osservare direttamente questi oggetti, ma possiamo ricevere la radiazione elettromagnetica emessa dal gas che lentamente vi precipita e che da origine ad un gigantesco disco di accrescimento. Non è esagerato parlare di veri e propri universi, in quanto tutto quello che succede al loro interno è completamente e perennemente isolato dall'Universo nel quale viviamo.

Domande e risposte

Questo spazio, all'interno della sezione di astronomia teorica, è rivolto a tutti coloro che trovano irresistibili i grandi temi dell'astronomia, ma allo stesso tempo credono che siano al di fuori della loro portata.

Non è così, e spero di dimostrarvelo rispondendo, di volta in volta, a un paio di domande semplici. Non lasciatevi ingannare da questo aggettivo: nell'Universo a domande facili corrispondono spesso risposte articolate e davvero sorprendenti.

Queste domande sono estratte dal mio libro "125 domande e curiosità sull'astronomia", quindi se siete troppo curiosi dategli un'occhiata.

Cosa sono le super Terre?

Sono una classe di pianeti che non esiste nel Sistema Solare. Contrariamente ai Giovi caldi, un'altra e abbondante classe di pianeti, le super Terre sono molto interessanti per la ricerca di eventuali forme di vita.

Secondo le attuali teorie sono corpi celesti con una massa cha varia dalle 2 alle 10 volte quella della Terra e rappresentano l'anello di congiunzione tra i piccoli corpi rocciosi e i giganti gassosi.

Benché la loro esistenza è stata provata, nessuno sa ancora con certezza quali sono le loro proprietà. Sembrano infatti troppo grandi per somigliare alla Terra e troppo piccoli per venir catalogati come giganti gassosi.

Le super Terre più piccole si pensa possano essere costituite di rocce con uno spesso involucro atmosferico, probabilmente molto più denso del nostro. Mano a mano che la massa aumenta, si incrementa anche lo spessore dell'atmosfera fino a quando, in prossimità del valore di 10 masse terrestri il pianeta si può considerare gassoso poiché l'involucro atmosferico costituisce una parte consistente della massa planetaria.

Alcuni astronomi ritengono che alcune super Terre che orbitano abbastanza lontano dalla propria stella possano essere dei pianeti liquidi, costituiti cioè per buona parte da un immenso oceano di acqua liquida spesso diversi chilometri che ricopre tutta la superficie.

Perché esplorare l'Universo?

La stesura di questi volumi di astronomia e in particolare della parte riguardante la ricerca e l'esplorazione dello spazio, mi ha fatto capire molte cose in merito al ruolo della ricerca scientifica e dell'esplorazione dell'Universo. Documentandomi e facendo ricerche sono riuscito a capire, razionalmente e non più come un normale tifoso, come e perché dovremo continuare a girare per l'Universo, con astronavi e telescopi sempre più potenti.

Dalla corsa spaziale forsennata dei primi anni, che ha messo in pericolo vite umane, in nome di una supremazia politica che usava come pretesto i nobili obiettivi di conoscenza e progresso dell'esplorazione dello spazio, alle grandi collaborazioni tra le maggiori potenze mondiali, che hanno permesso di ottenere risultati inimmaginabili solamente pochi anni addietro, come la costruzione della stazione spaziale internazionale.

Continuando nella lettura cronologica degli eventi, abbiamo assistito soprattutto al grande sviluppo tecnologico che ha reso possibili missioni sempre più longeve e complesse, sfidando di volta in volta i limiti delle capacità umane.

È interessante notare come alcuni avvenimenti storici tendano a ripetersi. E così, come gli avventurosi esploratori del rinascimento, che lentamente hanno cominciato ad affacciarsi oltre le temibili colonne d'ercole e navigare finalmente verso nuovi mondi, nel ventesimo secolo siamo stati in grado di superare le colonne d'ercole della nostra era e navigare a vele spiegate nello sterminato oceano che inizia ad appena 100 km sopra le nostre teste.

Questa molto probabilmente è stata la sfida più grande della

nostra storia.

Guardarsi indietro a volte rappresenta un modo molto efficace per trovare la forza di andare avanti, orgogliosi di noi stessi e sempre con maggiore convinzione.

Ad oltre 50 anni dal lancio del primo satellite da parte dei sovietici, sembra ne abbiamo fatta parecchia di strada.

Quel piccolo “bip” ricevuto per 98 minuti da una capsula grande come una lavatrice (e sicuramente meno complessa!) si è trasformato in breve tempo in complicate astronavi che hanno varcato i confini del Sistema Solare, in spedizioni che hanno fatto passeggiare l’uomo sulla Luna e in macchine radiocomandate in grado di percorrere diversi chilometri sulla superficie di Marte.

Tutti questi grandi successi hanno una fortissima presa anche sul grande pubblico, che in un paese democratico rappresenta la fonte principale dell’esplorazione spaziale.

Senza l’approvazione del programma spaziale, nessun governo democraticamente eletto può permettersi di finanziare delle missioni che hanno dei costi molto elevati rispetto ai nostri standard.

Ed eccoci allora arrivati al succo di questa risposta, che sarà lunga. Spero che mi si perdoni questa digressione nell’ultimo numero di questa nostra piccola ma grande avventura.

Il costo economico dell’esplorazione spaziale è elevato, e su questo sembra non pioverci.

Quando abbiamo parlato dell’esplorazione della Luna, probabilmente hanno impressionato le spese sostenute per il programma Apollo, il più grande e complesso mai realizzato. Rapportato al valore del denaro attuale, le missioni Apollo hanno avuto un costo complessivo pari a circa 170 miliardi di dollari,

sostenuti interamente dagli Stati Uniti e naturalmente suddivisi in un periodo di circa 10 anni, dalla progettazione delle astronavi fino al ritorno dell'ultima capsula lunare.

In valore assoluto questa è una spesa veramente ingente e naturalmente improponibile per un paese diverso dalla grande superpotenza americana.

Gli altri programmi spaziali non sono da meno.

La progettazione e i 135 voli del programma Space Shuttle hanno avuto un costo totale pari a circa 200 miliardi di dollari spalmati in oltre 30 anni.

La progettazione e la costruzione della stazione spaziale internazionale ha richiesto, fino a ora, un investimento di circa 100 miliardi di dollari, suddiviso tra le grandi potenze spaziali (NASA, ESA, agenzia russa, JAXA).

L'esplorazione umana ha un prezzo circa 10 volte maggiore rispetto alle sonde automatiche, che non richiedono complessi sistemi per la sopravvivenza e non devono neanche far ritorno a casa.

È per questo motivo che, terminata la corsa forsennata alla Luna, i governi americani e sovietici hanno tirato gradualmente il freno.

I contribuenti americani non avrebbero mai accettato di continuare a sostenere un programma lunare con costi così elevati, tanto che le ultime tre missioni Apollo, programmate fino al numero venti, vennero cancellate.

Negli ultimi vent'anni i problemi di budget delle agenzie spaziali hanno prodotto numerose cancellazioni e ritardi nell'esplorazione umana.

Ma anche le esplorazioni robotiche soffrono di problemi simili.

Il programma Viking, che portò le prime due sonde sulla superficie di Marte, richiese circa 1 miliardo di dollari negli anni 70, 4 miliardi dei giorni nostri, e attualmente è il più costoso della storia dell'esplorazione automatica.

I continui tagli hanno costretto soprattutto la NASA a studiare negli anni successivi missioni più economiche e sostenibili.

Mars Pathfinder è l'esempio per eccellenza, con un costo complessivo di 280 milioni di dollari, comprensivo di progettazione dell'astronave (150 milioni), degli oneri di lancio e di missione durante il periodo operativo.

Questi citati rappresentano gli estremi.

Difficile, se non impossibile, investire meno denaro rispetto alla missione Mars Pathfinder, che fu davvero minimale.

La capsula atterrata aveva una massa di appena 264 kg e il rover era poco più grande di un modellino radiocomandato, con un peso di 10,5 kg (Curiosity a confronto pesa quasi 1000 kg!). Se ricordiamo bene, non furono neanche utilizzati costosi razzi per controllare l'atterraggio sul pianeta rosso, che avvenne in modo molto meno delicato attraverso l'apertura di numerosi airbag.

Ridurre ulteriormente i costi è possibile solamente intervenendo drasticamente nella lunga fase di progettazione, cercando di risparmiare sui materiali, sui controlli di qualità e sul numero di tecnici impegnati. A seguire questa strada ci ha provato la Russia, con la recente sonda Phobos-Grunt che ha richiesto appena 165 milioni di dollari. Ma il completo fallimento della missione, proprio a causa di forti mancanze tecnologiche e qualitative, rappresenta un monito molto chiaro per chiunque voglia intraprendere una strada simile. Meglio spendere poco per

una sonda inaffidabile, oppure investire più denaro per aumentare esponenzialmente le possibilità di successo?

Una tipica missione automatica verso l'orbita di Marte ha un costo stimabile in circa 700-800 milioni di dollari.

Missioni più importanti, complesse e lunghe, come Mars Science Laboratory che porterà sul pianeta rosso il rover più grande e complesso mai costruito, ha un costo totale pari a circa 2,5 miliardi di dollari.

Per la sonda Cassini, la più complessa e lunga in questo periodo, si stimano costi complessivi di poco superiori a 3 miliardi di dollari.

La spesa totale dipende criticamente dalla durata della missione, perché una parte rilevante del budget serve per pagare i numerosi tecnici che seguono gli eventi e il mantenimento delle comunicazioni attraverso le potenti antenne della rete Deep Space Network (DSN).

Sempre considerando la missione Cassini, 1,4 miliardi di dollari sono stati necessari per lo sviluppo della sonda madre, 422 milioni per la capsula Huygens; 450 milioni sono stati spesi per la costruzione del razzo per il lancio, 704 saranno necessari durante l'intera missione e 54 per le comunicazioni.

Perché una missione spaziale richiede una così grande quantità di denaro?

Per tre motivi sostanziali:

1) La progettazione del satellite richiede anni di lavoro e l'impegno di centinaia di persone, molte delle quali tecnici e scienziati altamente specializzati, quindi costosi;
2) Lasciare la superficie della Terra è di una difficoltà estrema: servono migliaia di tonnellate di

carburante e un vettore adeguato che deve essere costruito ogni volta che si vuole mandare nello spazio un satellite;

3) Durante tutta la missione operativa, che spesso ha una durata superiore a qualche anno, servono continuamente tecnici che controllino lo stato della sonda, programmino le manovre, le osservazioni e mantengano attive le comunicazioni.

Andando a indagare con occhio critico, però, ciò che balza subito all'occhio è il fatto che in oltre 50 anni di esplorazione spaziale i costi, rapportati al valore del denaro, siano sostanzialmente rimasti stabili, tranne rarissime eccezioni.

Portare in orbita un chilogrammo di materiale ha un prezzo superiore a 20.000$. Se vogliamo raggiungere l'orbita lunare o marziana dobbiamo investire circa 10 volte tanto.

A questo punto la domanda è: perché non si è riusciti ad abbattere le spese? Con la tecnologia e il sapere che abbiamo a disposizione, possibile che in 50 anni non si sia trovato il modo di rendere l'esplorazione spaziale più accessibile dal punto di vista economico?

Oltre alle evidenti difficoltà tecnologiche sopra elencate, vi sono grandi problemi politici e programmatici.

Alla fine degli anni 50 il presidente americano Eisenhower cominciò a stilare un programma graduale di conquista dello spazio, con lo sviluppo di una tecnologia sicura ed economica per le prime esplorazioni automatiche. Nella seconda fase, le conoscenze acquisite sarebbero state utilizzate per una sicura e sostenibile esplorazione umana.

L'improvvisa esplosione della gara allo spazio sancita dalla messa in orbita dello Sputnik sconvolse i piani americani e di riflesso anche quelli russi dell'immediato futuro.

Il piano decennale di sviluppo e ricerca per l'ottimizzazione dei viaggi nello spazio, venne abbandonato in favore di una prova di forza che a fronte di spese economicamente astronomiche, doveva produrre risultati immediati e spettacolari.

Se il programma Apollo rappresentò comunque una grande prova di ricerca e sviluppo tecnologico, nonostante il pochissimo tempo a disposizione, i limiti di questo piano finalizzato a immettere grandissime quantità di denaro senza un serio sviluppo tecnologico, si mostrarono evidenti nell'esplorazione attraverso sonde automatiche e si sarebbero trascinati per tutta l'era spaziale.

Meno della metà dei circa 40 satelliti lanciati verso Marte tra gli anni 60 e 70 giunse a destinazione.

Emblematico era il modus operandi dei sovietici, che facevano leva su una versione discutibile della legge dei grandi numeri.

Piuttosto che sviluppare un piano serio che avrebbe richiesto decine di anni, si affidavano a una vera e propria flotta di sonde automatiche da lanciare contemporaneamente verso gli altri pianeti. La legge statistica dei grandi numeri assicurava che su decine di fallimenti, poteva arrivare almeno un successo. Poco importava se restava unico: era sufficiente per essere utilizzato come propaganda e assestare un forte colpo politico ai nemici americani, che peraltro seguivano una strategia piuttosto simile.

La tragedia dell'Apollo 1, ad esempio, si sarebbe sicuramente evitata con più tempo a disposizione per studiare le problematiche relative al volo umano nello spazio.

Impossibile costruire un futuro con solide basi se si bruciano le tappe. E negli anni sessanta le tappe si bruciarono allo stesso ritmo del carburante nei giganteschi motori di quei colossali razzi

lunari.

Così, quando l'enorme pioggia di denaro terminò, la corsa allo spazio rallentò bruscamente. Tutte le immense risorse erano servite per sfruttare il momento, ma non esisteva un piano di ricerca su nuovi sistemi di propulsione, o su come in generale rendere più sostenibili dal punto di vista economico i viaggi nello spazio.

I problemi nascosti dai fiumi di denaro sono riaffiorati in questi ultimi anni.

Sulla Luna non siamo più tornati, perché andarci ora avrebbe esattamente gli stessi costi degli anni 70. E nessun governo ha interesse a giustificare nei confronti dei contribuenti un investimento così grande.

La questione politica ed economica è stata sempre cruciale per l'esplorazione dello spazio.

E se c'è una regola d'oro che vale in ogni campo, è quella di non fidarsi mai troppo degli uomini che custodiscono il potere.

Una volta usato a proprio vantaggio il tema dell'esplorazione spaziale e dei nobili ideali di pace, fratellanza e sviluppo tecnologico che ne sono alla base, gli ingenui sognatori sono stati abbandonati a loro stessi, svuotati di quel denaro che si è portato via sogni e speranze.

La fuga di interessi politici, se non altro ha restituito lentamente all'esplorazione spaziale l'anima e i valori iniziali. Se questa sembra essere una buona notizia, purtroppo ha avuto l'effetto di aumentare il disinteresse e addirittura lo scetticismo presso il grande pubblico.

Le responsabilità di politica e mass media sono forti in merito al modo di comunicare e giustificare l'esplorazione dello spazio di fronte alla popolazione.

Spesso le grandi spese necessarie sono sbandierate come esempi di cattivi investimenti di cui la popolazione potrebbe benissimo fare a meno.

Quante volte ho infatti sentito la domanda: “che senso ha spendere un miliardo di dollari per mandare una macchina telecomandata su Marte, quando questi soldi potrebbero aiutare molte persone qui sulla Terra e risolvere tanti problemi?”

Rispondere in modo articolato a questo pensiero, peraltro giustificabile di prima impressione, non è semplice.

Cercherò di farlo su due fronti, l’uno meramente economico, l’altro concettuale.

È vero che l’esplorazione dello spazio è molto costosa rispetto alla quantità di denaro che utilizziamo quotidianamente, ma per capire quanto, dobbiamo paragonarla alla disponibilità di denaro dello stato che decide di intraprenderla.

I quasi 18 miliardi di dollari destinati alla NASA nel 2012 dal governo degli Stati Uniti possono sembrare tantissimi, ma rappresentano poco più dello 0,1% del prodotto interno lordo del paese e meno dello 0,5% dei fondi a disposizione del governo.

Tagliare i costi dell’esplorazione spaziale per risparmiare l’un per mille del denaro dei contribuenti di certo non può in alcun modo aiutare il benessere della comunità o rimettere ordine nel bilancio statale.

Se questo comunque non dovesse ancora convincere i più scettici, facciamo un paragone con altre spese, alcune di dubbia utilità, per vedere quale sia il peso relativo dell’esplorazione spaziale nell’economia di un paese.

Il termine di paragone più impressionante riguarda i costi di una guerra.

L’impegno militare in Afghanistan prima, e in Iraq poi, del

solo governo americano, ha richiesto una spesa superiore a 3000 miliardi di dollari(!) in circa 10 anni, vale a dire 300 miliardi di dollari l'anno. Un paragone con il programma Apollo, costato 20 volte di meno, mostra che con questo denaro si potevano lanciare sulla Luna almeno 7 astronavi l'anno per 10 anni e dare lavoro a centinaia di migliaia di ingegneri, fisici, astronomi, operai, unire l'umanità invece di dividerla, risparmiare molte vite umane e portare benessere in tutto il pianeta con le ricadute tecnologiche di un programma così ambizioso.

Un paragone con il programma Shuttle è ancora più impietoso: il denaro speso in 10 anni di guerra poteva finanziare una missione al giorno per tutto questo periodo di tempo.

Anche nel nostro piccolo paese non mancano i paragoni a effetto.

Si pensa che l'Italia sia una nazione troppo piccola per un programma spaziale? No, è semplicemente uno dei tanti stati spreconi (forse il migliore) e che considera prioritarie altre spese, spesso non comunicate ai contribuenti, come i 100 jet bombardieri che il governo si è impegnato ad acquistare nei prossimi anni, per un totale di circa 15 miliardi di euro di spese militari in un periodo (fortunatamente) di pace.

La missione Pathfinder che ha portato su Marte il primo rover ha avuto un costo totale di 280 milioni di dollari, circa 220 milioni di euro, minore del prezzo di questi due jet.

Con il denaro speso per quasi cento nuovi aerei, l'Italia avrebbe potuto mandare su Marte circa 50 rover.

Solamente per il mantenimento della classe politica italiana vengono spesi diversi miliardi di euro l'anno, di cui ben 4 per il parco di auto blu più numeroso del mondo.

Tagliando i costi delle auto blu si potrebbe lanciare una

sonda l’anno diretta verso Saturno e garantire una copertura di missione per almeno 15 anni ciascuna.

Siamo proprio sicuri che l’esplorazione dello spazio, con cui l’Italia attualmente si impegna con poche centinaia di milioni di euro l’anno, sia il vero spreco da debellare?

Ed eccoci arrivati al lato concettuale di questa articolata, ma lungi dall’essere completa, analisi.

Come si aiuta un popolo in difficoltà? Come si migliorano le sue condizioni, soprattutto in un momento di crisi?

Immettendo una grande quantità di denaro risparmiata da tagli allo sviluppo e al futuro? Oppure con un piano serio e articolato in grado di far ripartire l’intera economica, creando le condizioni affinché la popolazione abbia l’opportunità di crescere e migliorare la propria condizione?

La storia dovrebbe fornirci un ottimo insegnamento. Basta vedere quanto è stato detto poche pagine addietro in merito alle prime fasi dell’era spaziale. Il denaro fine a se stesso, privo di qualsiasi progetto di crescita e sviluppo, può rappresentare un palliativo, o addirittura una droga che rende felici ed ebbri fino a quando non scompare il suo effetto. Poi arrivano i postumi: ci si accorge di non aver fatto alcun investimento e il futuro che si presenta è oscuro e ancora più difficile.

Dieci euro per cinquanta milioni di italiani sarebbero sufficienti per lanciare una sonda verso Marte.

Vogliamo provare a immaginare le ricadute sull’economia, l’industria e il nostro benessere a fronte di questo minuscolo investimento?

Migliaia di posti di lavoro, il rientro dei giovani migliori costretti a emigrare per realizzare i propri sogni, il richiamo di

grandi investitori esteri e l’instaurarsi di un’economia tecnologica che farebbe diventare il nostro paese ai primi livelli nel mondo.

Pochi miliardi di euro nella giusta direzione sarebbero trasformati in un investimento che potrebbe fruttare oltre 10 volte tanto in pochi anni, se consideriamo il lato puramente economico.

Invece si considerano prioritari piani che non producono alcuna ricchezza per il popolo, ma solo per i signori nelle stanze dei bottoni. Jet che dopo 10 anni saranno da sostituire con altri di nuova generazione; guerre incomprensibili combattute agli antipodi del mondo, privilegi vari di una classe dirigente che non riesce a guardare oltre il proprio naso.

Soldi buttati per produrre nessun investimento, nessuna speranza, nessun sogno, niente lavoro, niente sviluppo.

È così che si estingue una società del ventunesimo secolo.

Un investimento per il nostro futuro

Abbandoniamo le considerazioni personali, quindi soggettive, con cui si è concluso il precedente paragrafo e cerchiamo piuttosto di comprendere meglio quali siano i vantaggi pratici dell’esplorazione dello spazio, perché probabilmente questo è il tema più sentito.

Al di la di ritorni economici immediati e diretti provenienti dall’estrazione di materie prime sulla Luna o su asteroidi, progetti per i quali è richiesto ancora molto tempo, tutta la ricerca scientifico/tecnologica atta a superare i propri limiti obbedisce a una regola molto potente: non importa cosa si cerca, quale sia l’obiettivo del proprio sforzo tecnologico; nel lungo cammino compiuto per raggiungerlo, si conquistano decine di altri

traguardi che possono rivelarsi estremamente utili per molti altri scopi.

Le ricadute tecnologiche dell'esplorazione spaziale sono così tante che sarebbero richieste decine di pagine solamente per stilare uno sterile elenco.

Non voglio proporre una sterile lista, ma far capire meglio in che modo una sonda nello spazio aiuti a migliorare le nostre vite molto di più di quanto si possa immaginare.

Con il termine inglese spin-off si identificano tutte quelle tecnologie sviluppate per l'esplorazione spaziale che sono state poi adattate per essere utilizzate nella vita di tutti i giorni.

Tra le più importanti degli ultimi anni c'è sicuramente il tema dell'energia fotovoltaica.

La tecnologia dei pannelli solari è stata utilizzata fin dalle prime missioni spaziali automatiche, tranne nei casi in cui le sonde erano dirette verso le regioni esterne del Sistema Solare.

L'agenzia russa e soprattutto americana hanno effettuato importantissimi studi nel disporre di una tecnologia leggera, affidabile e sempre più efficiente dal punto di vista energetico.

I pannelli solari che abbiamo sul nostro tetto derivano direttamente da questi pioneristici studi; senza le sonde interplanetarie, probabilmente questa tecnologia sarebbe arrivata solamente tra molti anni.

Molto importante anche il campo informatico, dove il contributo della NASA è stato fondamentale.

Negli anni 60, con l'inizio del programma Apollo, una grande quantità di energie fu destinata alla creazione di computer abbastanza piccoli da essere contenuti nel modulo di comando e sufficientemente potenti da pilotare l'astronave durante il viaggio

verso la Luna.

Il grande sviluppo necessario per ricerca spaziale, è stato determinante per la rivoluzione informatica di massa iniziata sul finire degli anni 80.

I moderni programmi di navigazione spaziale a bordo di ogni satellite, dai GPS che guidano le nostre auto, a quelli che consentono di guardare la televisione, derivano dagli studi intensi condotti a partire dagli anni 60.

Anche nel campo medico le ricadute sono molte: dai termometri a infrarossi sviluppati per primi nelle sonde automatiche, ai nuovi materiali utilizzati per le protesi artificiali derivati direttamente dagli studi della NASA, allo sviluppo della tecnologia a diodi per la cura di alcune lesioni.

I sistemi di controllo remoto, gli stessi che consentono di attivare un allarme o un elettrodomestico con l'uso di un semplice cellulare, derivano dalla tecnologia sviluppata per il controllo di sonde a milioni di chilometri di distanza e dei rover radiocomandati su Marte.

Le fotocamere digitali, che ormai equipaggiano addirittura tutti i telefoni cellulari, sono figlie delle pionieristiche ricerche per l'efficiente ripresa e trasmissione delle immagini provenienti dalle sonde automatiche.

Le conoscenze tecnologiche accumulate, e poi rese pubbliche, hanno dato inizio all'inevitabile era della fotografia digitale.

I moderni pneumatici, che consentono maggiore aderenza e sicurezza, derivano dalle ricerche cominciate durante l'esplorazione lunare sulle mescole da utilizzare per le ruote della Jeep lunare.

Il materiale ignifugo dei vigili del fuoco è conseguenza dello studio sulla costruzione delle prime tute spaziali per le

passeggiate degli astronauti.

I sistemi di filtraggio, purificazione e riciclaggio dell’acqua, sviluppati per le missioni verso la Luna e per le lunghe permanenze degli astronauti a bordo delle stazioni spaziali, potrebbero rivelarsi fondamentali nel fornire acqua potabile alle popolazioni povere di alcune regioni dell’Africa e dell’Asia.

Si potrebbe continuare con moltissimi altri esempi tra cui i materiali a memoria che si trovano attualmente anche in divani o materassi, il cibo liofilizzato, i sistemi di scongelamento per le ali degli aerei, ma credo che il succo del discorso sia ben chiaro: gran parte del nostro attuale stile di vita deriva dalla ricerca in ambito spaziale.

Spero di aver quindi provato che mandare una sonda su Marte non è un’attività finalizzata a soddisfare una semplice curiosità o una morbosa voglia di conoscenza, ma è soprattutto un investimento per le future generazioni, con importanti ricadute tecnologiche per tutta la popolazione di questo pianeta.

Il problema è, ancora una volta, politico e legato indissolubilmente alla natura umana.

Le guerre sono molto più costose e totalmente inaccettabili dal punto di vista delle perdite e della distruzione che causano.

La ricerca spaziale è decine di volte meno costosa e molto democratica: i benefici derivati non conoscono confini di stato, non fanno discriminazioni razziali, abbracciano tutto il popolo umano e aiutano soprattutto i più poveri.

Nello spazio sicuramente troveremo tutte le risposte ai nostri problemi e la possibilità di un futuro lungo e prospero.

L’esplorazione del cosmo rappresenta un forte collante per l’intera umanità. Questa consente all’uomo di vedere oltre i propri limitati confini, di superare diversità, lotte e guerre,

proponendo un obiettivo comune che va ben oltre tutto questo. Un obiettivo che rappresenta la più grande sfida di un popolo: conoscere le sue origini, i motivi della propria esistenza, capire se si trova da solo in questo viaggio attraverso l'Universo. Un motivo così grande e nobile che, al di là del benessere tecnologico, potrebbe unirci finalmente sotto il tetto di questa unica casa chiamata Terra.

Il problema è forse questo: chi ha il potere preferisce fare guerre per arricchire se stesso e pochi altri, perché maggiore è la povertà e l'ignoranza del popolo, più semplice risulta manipolarlo e maggiore è la ricchezza che può essere accumulata. Ma questo modello di sviluppo prima o poi non sarà più sostenibile. E a quel punto l'umanità sarà di fronte alla scelta più importante della storia: chiudere gli occhi e continuare sulla strada dell'autodistruzione, oppure cercare di sconfiggere l'istinto animalesco per avviarsi verso un mondo più equo e giusto per tutti gli abitanti di questo straordinario pianeta.

Astronautica

Questa sezione è estratta dal libro: “Conoscere, capire, esplorare il Sistema Solare”.

Siamo arrivati allo spazio dedicato agli amanti dell’esplorazione dello spazio.

L’astronautica, con le sue sfide tecnologiche, i pericoli, i grandi e spettacolari risultati scientifici, è una disciplina che non può non interessare, al di là della passione per l’astronomia.

Grazie all’esplorazione del nostro Sistema Solare abbiamo imparato moltissime nozioni, anche per quanto riguarda il funzionamento e le proprietà del nostro delicato e prezioso pianeta, senza contare il salto tecnologico enorme compiuto grazie a dei sognatori che di fronte a difficoltà, spesso enormi, non si sono arresti e hanno sempre cercato di raggiungere le stelle.

L’esplorazione di asteroidi e comete

L’esplorazione degli asteroidi

A eccezione di Cerere, peraltro molto più simile a un pianeta che a un tipico asteroide dalla forma irregolare (non a caso è stato classificato come pianeta nano), nessun asteroide può essere osservato con sufficiente dettaglio, neanche attraverso i più grandi telescopi del mondo.

Il motivo è da ricercare nelle piccole dimensioni medie della popolazione e alla grande distanza. Solamente gli asteroidi più grandi, probabilmente poche decine, hanno diametri angolari superiori al potere risolutivo dei più grandi telescopi e possono essere osservati come dei minuscoli dischi.

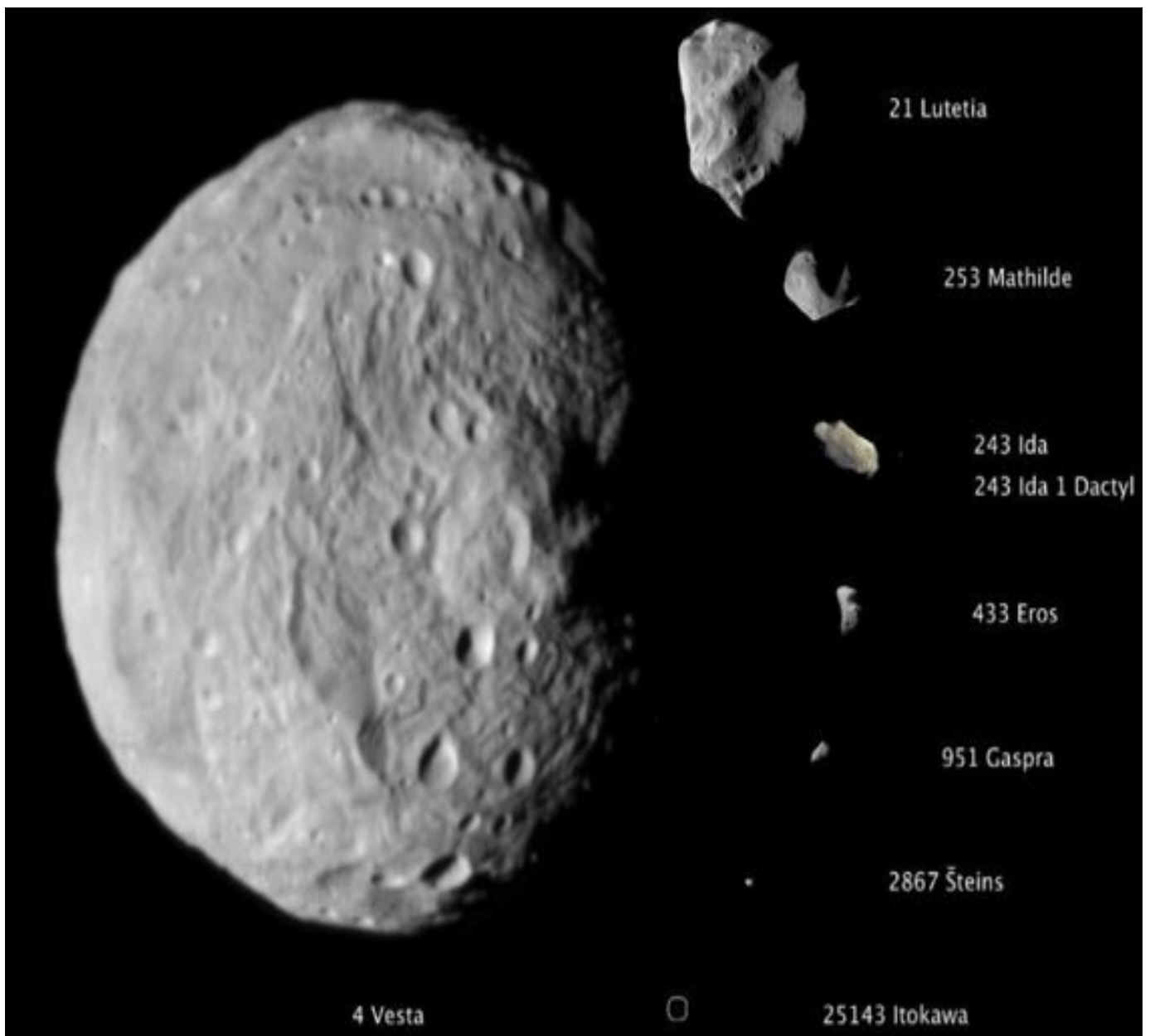
Anche in questo fortunato caso, i dettagli che è possibile osservare sono pochissimi e del tutto insufficienti per gli astronomi che cercano di individuare le loro caratteristiche, nonché le risposte sull’origine del Sistema Solare.

L’interesse prettamente scientifico, quindi poco sfruttabile per far presa sul grande pubblico, ha rilegato in secondo piano l’esplorazione dei corpi minori durante gli anni della corsa allo spazio. Le agenzie governative sovietiche e americane dovevano raccogliere consensi e mostrare i muscoli al mondo intero conquistando le portate principali, non le piccole briciole cosmiche.

Mano a mano che le missioni spaziali hanno perso la connotazione politica, acquisendo sempre maggior significato scientifico, si sono cominciate a studiare spedizioni specificatamente progettate per lo studio degli asteroidi, l’unico

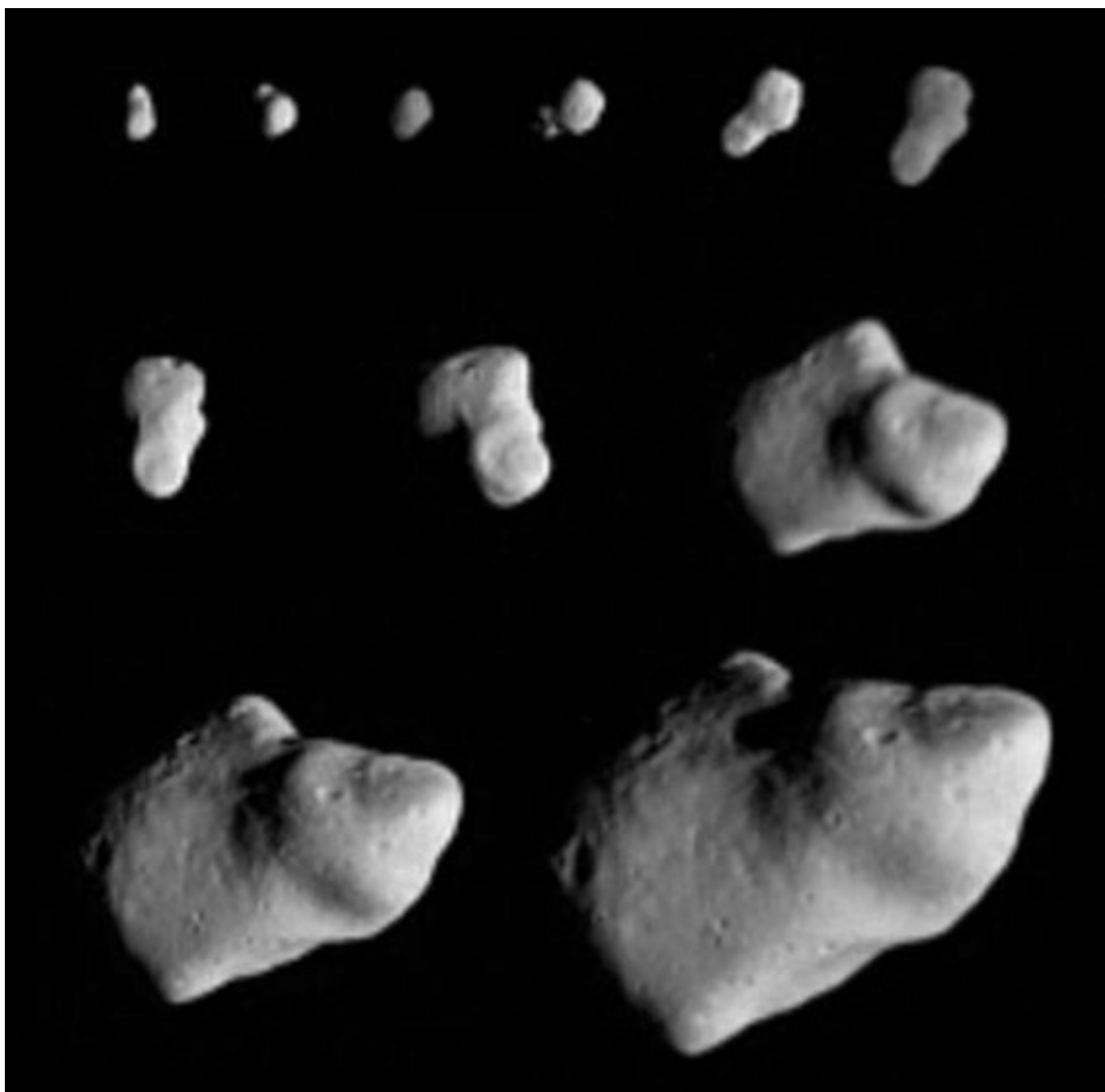
modo per scoprire le caratteristiche delle loro superfici.

Sono solamente 8 gli asteroidi avvicinati fino a questo momento. Molti incontri sono stati effettuati da sonde dirette verso altri obiettivi che avevano incluso nel piano di volo una piccola deviazione per avvicinare uno dei migliaia di obiettivi potenzialmente possibili.

Solamente negli ultimi 15 anni sono state progettate missioni dedicate unicamente al loro studio.

Ritratto di famiglia: tutti gli asteroidi fino a questo momento avvicinati dalle sonde automatiche e le loro dimensioni relative.

Le prime immagini della storia di un asteroide furono scattate dalla sonda Galileo, in rotta verso Giove.

Nel 1991 il grande e storico appuntamento con l'asteroide Gaspra, il primo a essere osservato finalmente da vicino.

Nel 1993 l'incontro con Ida, e la scoperta di un piccolo satellite naturale di 1,5 km di diametro, denominato Dactyl.

Le prime storiche riprese di un asteroide, Gaspra, ottenute nel 1991 dalla sonda Galileo diretta verso Giove.

La prima missione dedicata allo studio degli asteroidi fu l'americana NEAR Shoemaker.

Lanciata il 17 febbraio 1996 dalla base di Cape Canaveral, il 27 giugno 1997 fece un passaggio a soli 1200 km dall'asteroide Matilde.

Ma l'obiettivo della missione era un altro e ben più complesso: avvicinare l'asteroide Eros ed entrare nella sua orbita, in una manovra mai tentata prima.

Per sperare di venir catturata dall'esiguo campo gravitazionale dell'asteroide, le cui dimensioni irregolari sono di 34X11X11 km, la sonda, lanciata con una velocità di diverse migliaia di chilometri orari, avrebbe dovuto rallentare sensibilmente fino a quasi fermarsi, altrimenti non avrebbe mai potuto orbitare attorno a questo piccolo masso cosmico.

Naturalmente era impensabile caricarla con il carburante necessario per la manovra, così si scelse la strada più lunga e complessa.

NEAR-Shoemaker fu immessa in un'orbita attorno al Sole molto simile a quella di Eros, ma leggermente più veloce.

Nel corso di due lunghi anni, la sonda si sarebbe dunque avvicinata all'asteroide con la giusta velocità relativa, senza dover utilizzare enormi quantità di carburante per rallentare.

La prima occasione per l'approccio si ebbe nel 1999 ma purtroppo fallì. Evidentemente le delicate manovre per l'inserimento orbitale erano più complicate del previsto.

Non bisogna dimenticare che queste sono decise da Terra con largo anticipo e poi trasmesse al computer di bordo. Come visto nel caso delle comunicazioni con i rover marziani, infatti, a causa della velocità finita della luce è impossibile avere un controllo in tempo reale dei movimenti della sonda su distanze superiori a

poche centinaia di migliaia di chilometri.

Un anno dopo NEAR-Shoemaker aveva a disposizione un altro tentativo e questa volta non mancò l'obiettivo.

Il 30 aprile 2000 la prima sonda automatica proveniente dalla Terra era diventata un satellite artificiale di uno dei miliardi di asteroidi presenti nel Sistema Solare.

Per comprendere quanto debole sia la forza di gravità di Eros, basti pensare che NEAR orbitava a circa 50 km dalla superficie, con una velocità di appena 300 km/h, contro i 27.000 km/h necessari alla stazione spaziale internazionale per mantenersi a poco meno di 400 km di altezza sulla superficie terrestre.

Dopo questo difficilissimo successo, l'incredibile avventura di NEAR-Schoemaker non era ancora terminata. Completate 230 orbite attorno all'asteroide, la missione si avviò verso una conclusione che potesse rendere giustizia all'impresa della piccola astronave automatica.

I tecnici della NASA decisero di tentare addirittura l'atterraggio sul piccolo asteroide, utilizzando le poche riserve di carburante rimaste a bordo.

La delicatissima manovra riuscì perfettamente.

La sonda, nonostante fosse priva di qualsiasi sistema dedicato allo scopo, si posò delicatamente sulla superficie di Eros, riuscendo persino a trasmettere dati sulla composizione chimica attraverso lo spettrometro di massa che si trovava ad appena 10 centimetri dal suolo.

Il 28 febbraio 2001, infine, le trasmissioni furono interrotte per sempre. Ma il luogo finale dell'avventura di NEAR ricorda un po' l'ambiente fantastico descritto magistralmente nel libro "Il Piccolo Principe".

Adagiata dolcemente sulla soffice superficie di un piccolo

"pianeta", viaggerà per miliardi di anni nel Sistema Solare godendo di un panorama cosmico davvero unico.

Altri due asteroidi furono avvicinati da altrettante sonde lungo il loro percorso, come la Deep Space nel 1999 che visitò il piccolo asteroide Braille e la Stardust che nel 2002 incontrò Annefrank.

La seconda missione appositamente progettata per far visita a questi fossili cosmici fu la giapponese Hayabusa (inizialmente denominata MUSES-C). Lanciata nel maggio 2003, aveva un obiettivo davvero ambizioso: raggiungere un piccolo asteroide chiamato Itokawa, atterrarci delicatamente, raccogliere campioni di suolo e farli tornare in una piccola capsula direttamente sulla Terra.

La sonda era equipaggiata di un nuovo tipo di motore a ioni già sperimentato con successo da precedenti missioni della NASA. Questo tipo di motore per funzionare accelera a grande velocità ioni di xeno, la cui espulsione è in grado di generare la spinta necessaria per muoversi nello spazio.

Il grande vantaggio di questo innovativo sistema è nell'elevata efficienza e durata, consentendo un notevole risparmio di peso, quindi di costi.

Il lato negativo è la spinta estremamente bassa che produce, molto minore di quella dei razzi chimici convenzionali.

Fortunatamente nello spazio, in assenza di attrito e intensi campi gravitazionali, la piccola spinta del motore è più che sufficiente e perfettamente controbilanciata dalla sua affidabilità.

Basti pensare che nei laboratori della NASA è stato fatto funzionare ininterrottamente, alla massima potenza, un motore ionico per 3 anni e mezzo senza incorrere in alcun problema!

Nei lunghi viaggi spaziali, quindi, la grande affidabilità rende possibile un'accensione prolungata nel tempo per far acquisire la giusta velocità all'astronave.

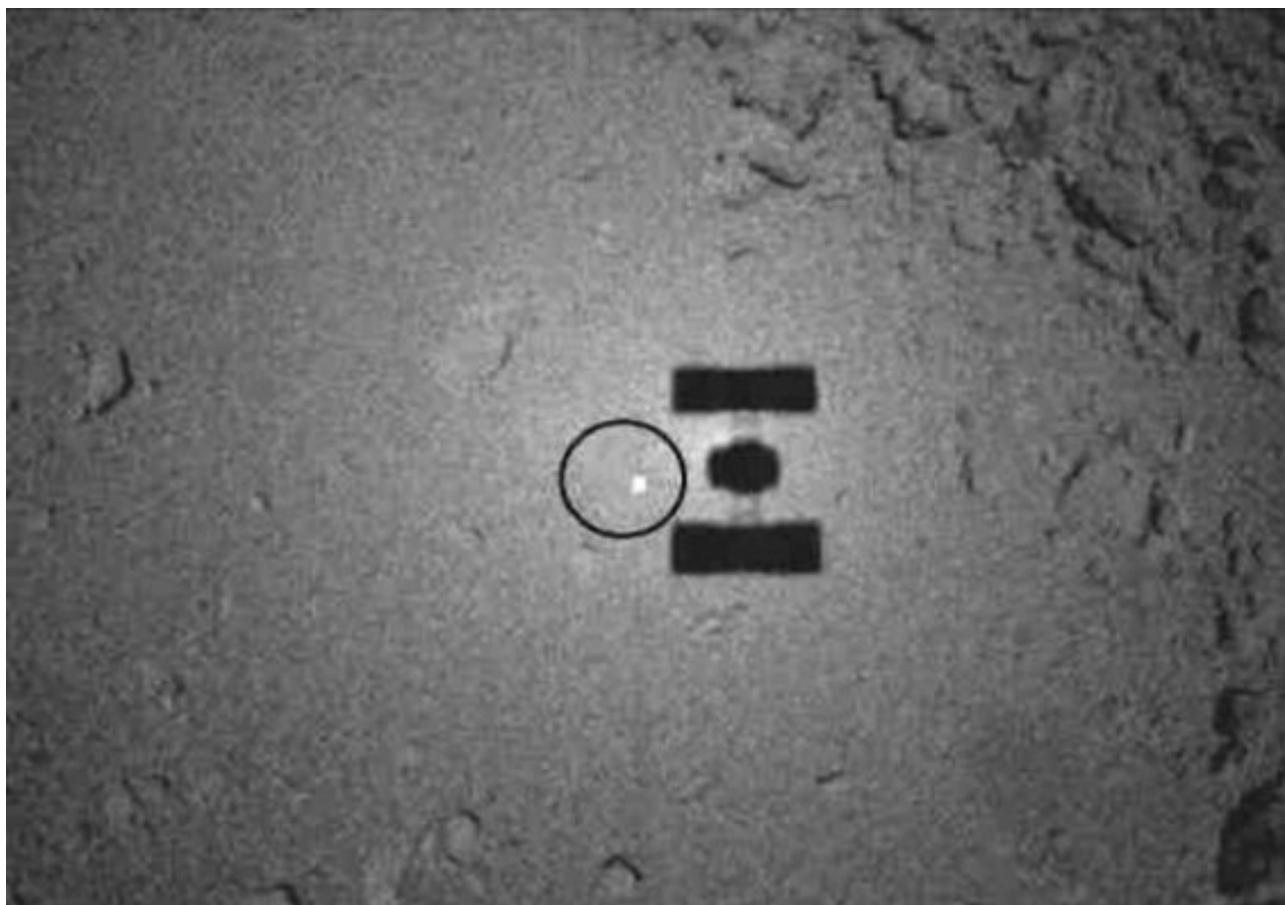
Naturalmente sulla superficie terrestre il motore a ioni più potente non riuscirebbe a sollevare neanche se stesso.

Il viaggio della sonda Hayabusa fu costellato di problemi, alcuni generati decisamente da una massiccia dose di sfortuna, come l'intensa tempesta solare che nel 2003 la investì in pieno e danneggiò seriamente l'apparato elettrico. Alla fine, grazie anche alla proverbiale determinazione giapponese, la sonda centrò quasi tutti gli obiettivi.

Nel novembre 2005 il falco pellegrino, questo il significato del suo nome, si posò per 30 minuti sulla superficie di Itokawa. Una piccola capsula raccolse campioni di suolo e fece ritorno insieme alla sonda madre sulla Terra. L'unica manovra che fallì fu quella di far atterrare un mini rover sull'asteroide, ma questo era comunque un obiettivo secondario.

La capsula con il prezioso materiale asteroidale rientrò il 13 giugno 2010 assieme all'astronave madre, che però era destinata a distruggersi nell'impatto con l'atmosfera terrestre.

Le successive analisi degli scienziati giapponesi confermarono che la capsula, sebbene avesse avuto problemi al momento della raccolta dei campioni, custodiva all'interno una piccola quantità della preziosissima polvere asteroidale.

Questa fu la prima e unica missione che dopo essere atterrata su un asteroide è tornata a casa. Una volta tanto questo primato non spetta agli americani o ai russi!

L'ombra di Hayabusa proiettata sulla superficie di Itokawa durante le fasi finali dell'atterraggio. Nel cerchio il bersaglio lanciato dalla sonda per identificare la zona su cui posarsi.

Nel 2004 è stato il turno dell'agenzia spaziale europea con il lancio dell'ambiziosa sonda Rosetta. Dopo appena qualche mese ha fatto visita all'asteroide Steins; nel 2008 si è avvicinata a Lutetia, ma questi rappresentano solo il preambolo al piatto principale, che sarà servito nel 2014. Se tutto andrà secondo il piano di volo, la sonda sarà la prima a entrare in orbita attorno a una cometa (67P/Churyumov–Gerasimenko) e la prima a far atterrare sulla sua superficie un piccolo rover chiamato Philae.

L'ultima missione in ordine cronologico ha visto un ritorno in grande stile degli americani, con il lancio di DAWN nel settembre 2007.

La sonda si è immessa nell'orbita dell'asteroide Vesta nel luglio 2011, il secondo per dimensioni dopo Cerere.

Vesta e il fratello maggiore Cerere sono considerati più di semplici asteroidi; una via di mezzo tra questi e pianeti evoluti, vista la forma sferica e la struttura geologica che mostra segni evidenti di evoluzione primordiale.

Proprio per l'interesse di questi due corpi celesti così particolari DAWN farà visita anche a Cerere nel 2015, completando una missione che sicuramente potrà contribuire molto allo studio sulle origini del Sistema Solare.

Il futuro vede solamente l'impegno americano con il lancio della missione OSIRIS-Rex previsto per il 2016, il cui compito sarà di riportare a Terra campioni dell'asteroide 1999 RQ36.

Prima di avventurarci nell'esplorazione delle comete meglio soffermarsi di nuovo per un momento sulle grandi difficoltà che si incontrano nel mandare un'astronave in prossimità di lontani corpi celesti, specialmente se piccoli come asteroidi e comete.

Abbiamo già affrontato il problema del carburante e la necessità di fare fly-by con altri pianeti per guadagnare la giusta spinta. Nel caso dell'esplorazione di Mercurio o di Eros sono state citate anche le difficoltà dell'immissione in orbita, manovra non sempre andata a buon fine.

Numerosi sono stati i fallimenti, soprattutto negli anni 60-70, non di rado dovuti a manovre sbagliate o a piani di volo non perfettamente progettati.

In effetti, il percorso che deve seguire una sonda per giungere con la velocità e la direzione corrette in prossimità di un corpo celeste deve essere programmato in modo perfetto.

Se il bersaglio da colpire può essere un pianeta grande anche come Giove, la distanza da colmare è comunque migliaia di volte maggiore. A circa 800 milioni di chilometri anche un gigante come Giove diventa un bersaglio veramente piccolo, dal diametro

di poche decine di secondi d’arco.

Va ancora peggio con gli asteroidi o con lontani corpi celesti come Plutone, a causa delle piccole dimensioni.

Raggiungere il pianeta nano equivale a colpire con un proiettile di una pistola una moneta da due euro posta a circa 50 km di distanza. Avvicinare un asteroide piccolo come Itokawa richiede una precisione circa dieci volte maggiore.

Non è quindi difficile comprendere come le missioni spaziali richiedano un grande sforzo di calcoli e programmazione delle complesse traiettorie. Un impercettibile errore e il bersaglio potrebbe essere mancato per diverse migliaia di chilometri!

L’esplorazione delle comete

Proprio per quanto detto nelle pagine precedenti, l’esplorazione delle comete risulta ancora più importante di quella degli asteroidi.

Comprendere se questi oggetti contengano effettivamente i semi della vita è di fondamentale importanza per avvalorare o confutare le attuali teorie sulla panspermia.

Il primo satellite a incontrare una cometa fu l’International Sun/Earth Explorer 3 (ISEE-3), lanciato il 12 agosto 1978 dalla collaborazione tra la NASA e la neonata agenzia spaziale europea (fondata nel 1974).

Dopo aver studiato proprietà e composizione del vento solare (questo era il suo obiettivo primario), al termine della missione fu deciso di inviarlo verso la cometa Giacobini-Zinner, cambiando il nome della missione in International Cometary Explorer.

La piccola sonda robotica avvicinò la cometa l’11 settembre 1985 volando per la prima volta attraverso la coda e la chioma e spingendosi fino a una distanza di 7500 km dal nucleo.

Il satellite sostanzialmente, aveva fatto da importante test per comprendere la reale densità e pericolosità della coda di una cometa nell’ottica di future missioni più attrezzate.

In effetti, la sonda non era neanche dotata di apparati di ripresa, quindi non ci sono testimonianze fotografiche di questo storico primo incontro.

I tecnici di missione, però, raggiunsero l’obiettivo desiderato. Il satellite non aveva riportato alcun danno attraversando la coda e la chioma della cometa, a testimonianza che in molte situazioni astronomiche l’apparenza inganna.

Le code delle comete, infatti, sembrano delle concentrazioni

piuttosto dense di gas e detriti, impenetrabili da qualsiasi manufatto umano che cerchi di avvicinarvisi. Ad alimentare questa idea distorta giocano un ruolo fondamentale molti film di fantascienza, che hanno dipinto le comete come dei luoghi spettacolarmente violenti e pericolosi.

In realtà la chioma e la coda di una cometa possiedono densità molto più basse dell'aria che respiriamo; solamente per un gioco di luminosità e contrasti appaiono estremamente dense.

Confortate anche dall'esperienza positiva di International Cometary Explorer e in previsione del passaggio della cometa di Halley del 1986, le maggiori agenzie spaziali mondiali prepararono una vera e propria armata di satelliti per studiare da vicino la cometa più famosa della storia: le missioni sovietiche Vega 1 e 2 che avevano nel frattempo visitato Venere, le due sonde giapponesi Sakigake e Suisei e per finire l'europea Giotto, progettata esclusivamente per questo incontro.

Sakigake, partita il 7 gennaio 1985, fu la prima sonda giapponese della storia, nonché la prima a non essere stata lanciata da americani o russi.

L'imminente passaggio della cometa di Halley rappresentò anche l'occasione per una collaborazione tra le più grandi potenze economiche del mondo.

Il satellite euro-americano International Cometary Explorer, dopo l'incontro con la Giacobini-Zinner dell'anno precedente, venne puntato sulla lontana Halley per effettuare precise misurazioni orbitali. Le sonde Vega 1 e 2 dovevano localizzare il nucleo da media distanza e infine Giotto, grazie a tutte le preziose informazioni a disposizione, sarebbe potuta entrare, a questo punto senza pericoli, nella chioma, fino a 560 km dalla superficie cometaria.

Siamo nel biennio 1985-1986 e con questa collaborazione tra le maggiori potenze spaziali la guerra alla conquista dello spazio tra sovietici e americani sembrava ormai lontana anni luce.

Grazie a questo sforzo congiunto, la sonda Giotto riuscì nell'impresa di avvicinare e fotografare per la prima volta un nucleo cometario, dando a molti astronomi dati a sufficienza per diversi anni di lavoro e di teorie.

Nonostante la normale apprensione del tecnici dell'ESA, il satellite sopravvisse all'incontro con la coda e la chioma, anche grazie a un particolare scudo che lo proteggeva dagli eventuali impatti delle piccole particelle di pulviscolo cometario.

Le prime storiche immagini di un nucleo cometario sono state riprese dalla sonda europea Giotto nel 1986. Fino a quel momento nessuno sapeva quale fosse la forma di una cometa.

Il nucleo della cometa di Halley appariva più piccolo di

quanto ipotizzato, solamente una manciata di chilometri, e di forma estremamente irregolare, con una forte somiglianza a una gigantesca patata cosmica.

Il successo di questa prima missione convinse gli americani a entrare nel vivo dell'esplorazione cometaria con la progettazione dell'ambiziosa missione Stardust, lanciata il 7 febbraio 1999. Nel nome, dal significato di polvere di stelle, era racchiuso il suo grande obiettivo: raccogliere le preziose particelle della coda di una cometa e riportarle sulla Terra.

Dopo un viaggio tranquillo, la sonda si tuffò nella chioma e nella coda della cometa Wild 2 il 2 gennaio 2004, estraendo una specie di racchetta che avrebbe dovuto intrappolare le microscopiche particelle di polvere cometaria.

La cattura riuscì. La racchetta venne sigillata in una piccola capsula spedita in direzione della Terra. Due anni di viaggio, poi la capsula tornò finalmente a casa.

Sebbene il paracadute per frenare la discesa non si aprì, facendola schiantare al suolo a oltre 200 km/h, la preziosa polvere cometaria fu salva.

Per la prima volta si aveva a disposizione materiale cometario, importantissimo per comprendere le proprietà di questi corpi celesti ancora misteriosi.

Non solo polvere cometaria però. Durante il suo avventuroso volo attraverso la coda Stardust riprese le immagini più dettagliate di un nucleo cometario fino a quel momento.

Con la capsula che era già in viaggio verso la Terra, la sonda madre proseguì la sua missione, dirigendosi verso un'altra cometa, la Tempel 1.

Questo secondo obiettivo fu raggiunto con successo il 15 febbraio 2011.

La cometa Tempel 1, però, nel frattempo era stata già visitata nel 2005 da un'altra sonda altrettanto importante: Deep Impact. Come suggerisce il nome, il satellite della NASA aveva il compito di bombardare il nucleo della cometa Tempel 1 sganciando un proiettile di rame da 350 kg sulla superficie.

L'impatto avrebbe scavato il sottosuolo e sollevato una notevole quantità di detriti. La loro analisi da parte della sonda avrebbe permesso di scoprirne l'esatta composizione chimica e la reale consistenza di questi oggetti.

Gli americani festeggiarono con un grande fuoco d'artificio cosmico l'anniversario della loro indipendenza: il 4 luglio 2005 Deep Impact scagliò con successo il proiettile contro il nucleo cometario.

L'impatto fu molto violento e produsse un'esplosione ben visibile nelle immagini, sollevando, come programmato, una notevole quantità di detriti.

Nella sala di controllo della missione scoppiò la festa per aver raggiunto un obiettivo che oggettivamente non aveva molte possibilità di successo.

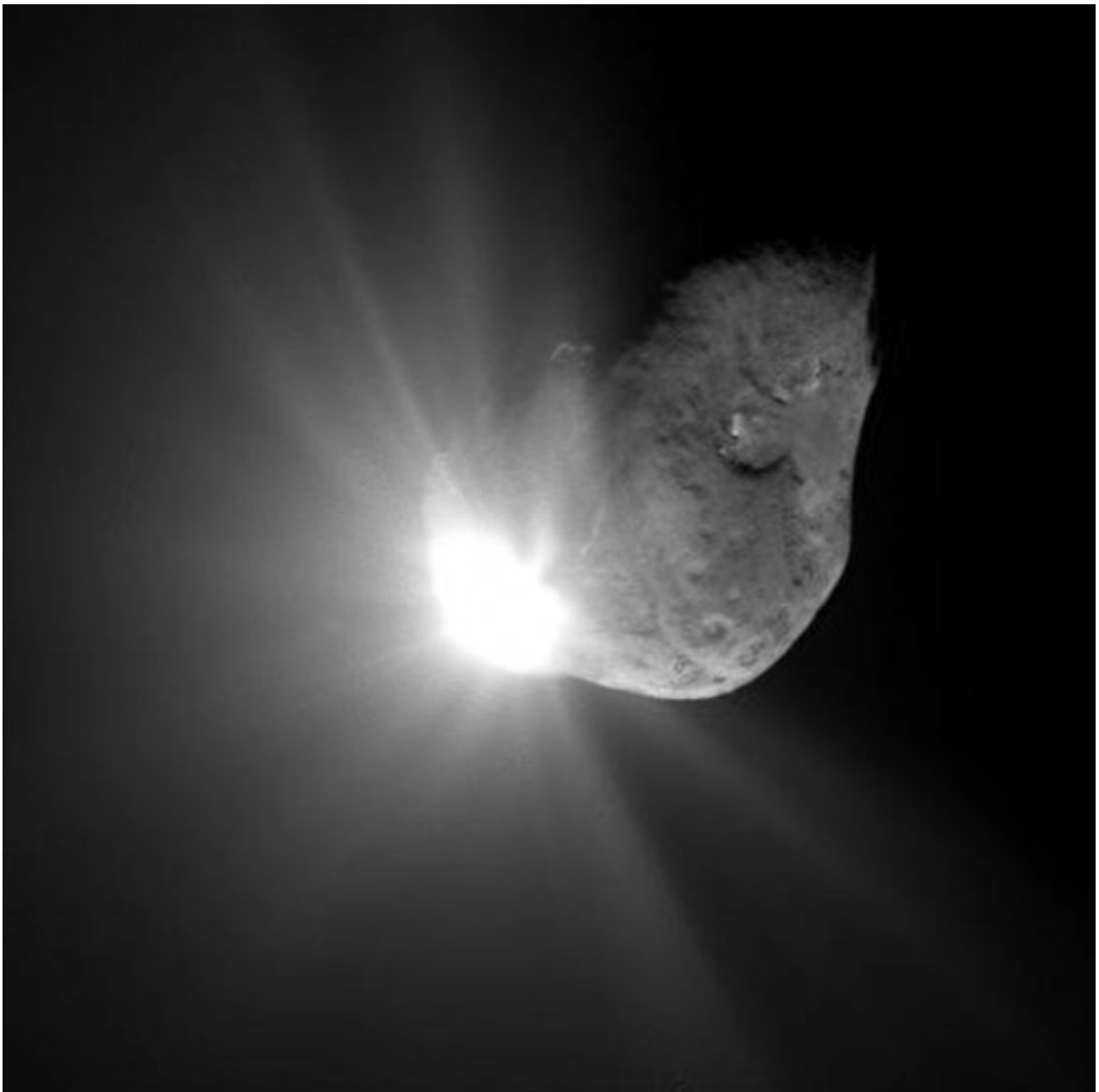
Le analisi successive diedero per la prima volta un'idea di come possa presentarsi un nucleo cometario.

La percentuale di ghiaccio d'acqua rilevata era inferiore alle aspettative. Il materiale scagliato nello spazio era composto da particelle ben più sottili di un granello di sabbia, molto simili alla polvere di talco. Ultimo, ma non per importanza, una conferma a quanto gli astronomi avevano sempre pensato: circa il 75% del volume delle comete è vuoto!

La consistenza di questi piccoli corpi celesti è del tutto simile a quella di un soffice strato di neve appena depositatosi al suolo, a riprova che le fasi di formazione debbano essere state molto

meno violente di quelle che hanno invece creato pianeti e asteroidi.

Le comete, effettivamente, possono essere considerate come i fossili più antichi del Sistema Solare che nelle più fredde e tranquille zone periferiche si sono goduti da spettatori esterni lo spettacolo violento della formazione planetaria.

Sfortunatamente la camera di bordo di Deep Impact non fu in grado di studiare a fondo le proprietà del cratere formatosi, ma a questo inconveniente avrebbe posto rimedio l'arrivo della sonda Stardust 6 anni più tardi.

Il primo bombardamento interplanetario della storia: il proiettile di rame scagliato dalla sonda Deep Impact raggiunge a grande velocità il nucleo della cometa Tempel 1, producendo un grande bagliore e scagliando nello spazio ingenti quantità di materiale.

Con ancora carburante nei serbatoi, alla sonda Deep Impact fu assegnata una nuova missione: avrebbe dovuto visitare la cometa Boethin nel 2008.

Dopo le manovre necessarie per preparare un necessario fly-by con la Terra, gli scienziati però persero le tracce della cometa. Il passaggio ravvicinato al Sole l'aveva probabilmente distrutta, o comunque frammentata: l'obiettivo della missione doveva essere cambiato. A questo scopo fu scelta la cometa Hartley 2, sebbene sarebbero stati necessari due anni aggiuntivi di viaggio. Il 4 novembre 2010 Deep Impact avvicinò la cometa ad appena 700 km, inviando a Terra con successo interessanti immagini.

Il gran tour delle comete si era concluso, ma non altrettanto si poteva dire per la vita operativa della sonda. Fu infatti decisa un'ulteriore estensione della missione sfruttando quasi tutto il carburante residuo. Deep Impact è ora diretta verso l'asteroide (163249) 2002GT che raggiungerà nel gennaio 2020, fondi NASA e salute della sonda permettendo.

Attualità

In questa sezione finale vengono proposte notizie e riflessioni sui temi più attuali, spaziando dall'esplorazione di Marte alle galassie più lontane dell'Universo. A decidere gli argomenti è l'enorme progresso scientifico cui va incontro una disciplina attiva come l'astronomia. Scoperte piccole e grandi si susseguono a ritmi frenetici, sebbene gli astronomi in tutto il mondo rappresentino una piccola comunità che a mala pena raggiunge le 20 mila unità. Ma mai come in questo caso la determinazione può superare tutte le difficoltà della disciplina più impegnativa che esista.

Siamo soli nell'Universo?

Siamo arrivati al termine di questo lungo percorso, nel classico capitolo finale nel quale si tirano un po' le somme. E quale argomento migliore per concludere una collana di 12 volumi, se non quello della vita nell'Universo?

In questa sezione di attualità e nella precedente di astrofisica abbiamo affrontato temi davvero affascinanti, ma anche terribilmente complessi e incompleti per l'attuale stato delle nostre conoscenze. Alle fine, forse, dopo aver percorso miliardi di anni luce tra pianeti, materia oscura, Big Bang, accelerazione dell'Universo, possiamo forse rispondere con maggiore cognizione di causa alla regina delle domande: c'è vita al di fuori della Terra?

La risposta a livello scientifico, quindi con prove inoppugnabili a supporto, non può essere ancora data, ma logica, esperienza, osservazioni e qualche principio fisico e chimico possono comunque darci un'idea piuttosto chiara.

E la sensazione, giunti a questo punto, è che si tratta solamente di una mera questione di tempo, soprattutto per quanto riguarda il molto promettente cammino attraverso la ricerca dei pianeti extrasolari.

Non abbiamo trovato il gemello perfetto della Terra, è vero, ma l'analisi delle migliaia di stelle da parte di Kepler ci ha dato una mano formidabile nel chiarire le nostre idee e dipanare i dubbi, anche dei più scettici.

Attorno a stelle simili al Sole e più piccole come le nane rosse, Kepler ha scoperto molti pianeti rocciosi. Considerando il calcolo totale, che include anche quelli fuori dalla fascia di abitabilità, Kepler ha rilevato più di 1400 superterre, più di 300

pianeti di massa terrestre, più di 50 corpi della massa di Marte e addirittura un paio di massa comparabile con quella di Mercurio (non troppo diversi dalla nostra Luna). Tutto questo analizzando solamente i transiti, quindi esclusivamente quei sistemi planetari che vengono visti quasi perfettamente di taglio. Se assumiamo che le inclinazioni dei sistemi stellari non abbiano una distribuzione particolare nei confronti della Terra, questo significa che Kepler ha scoperto meno del 10% dei sistemi planetari effettivamente presenti nel campo analizzato. Considerando i limiti nelle osservazioni, sia dal punto di vista fotometrico che temporale, la percentuale si abbassa e potrebbe attestarsi su un più verosimile valore del 5%.

Molte delle stelle analizzate sono piccoli astri rossi o al limite simili al Sole, di magnitudine intorno alla dodicesima, quindi entro un paio di migliaia di anni luce.

Le scoperte di Kepler confermano le statistiche in merito al numero di pianeti e ci dicono che nella Via Lattea potrebbero esserci qualcosa come 17 miliardi di Terre. Per pianeti simili alla Terra ci riferiamo a corpi celesti con un raggio compreso tra 0,5 e 1,4 volte, quindi anche molte delle superterre di minor massa.

Ma i dati di Kepler ci dicono anche un'altra cosa, ancora più sconvolgente: il 48% delle stelle di classe M ospiterebbe un pianeta terrestre potenzialmente abitabile. Considerando la grande abbondanza di questi astri anche nelle zone adiacenti il Sistema Solare, ci sarebbe in media un pianeta abitabile di tipo terrestre ogni 6,4 anni luce, praticamente dietro l'angolo per le scale dell'Universo. Non solo, ma la probabilità di trovare un pianeta terrestre entro una sfera dal raggio di 10 anni luce sarebbe del 94%: quasi una certezza!

Quello che ci dicono questi primi dati statistici, che

finalmente si basano su un gran campione di stelle e di analisi, è che pianeti di taglia terrestre sono presenti un po' ovunque nella Galassia e rappresentano la normale evoluzione delle stelle simili al Sole e delle piccole nane rosse, alla stregua dei satelliti naturali attorno ai pianeti gioviani: è un processo inevitabile.

Con un numero così alto di pianeti di taglia terrestre, quindi, è scontato trovarne molti nella fascia di abitabilità.

Ora basta fare davvero 2+2 per scorgere una risposta.

Le molecole organiche e l'acqua sono presenti ovunque nel Cosmo e in quantità abbondanti; la vita, per quello che vediamo qui sulla Terra e per gli esperimenti eseguiti (ricordiamo quelli che riproducevano le condizioni marziane), riesce a nascere e prosperare anche in ambienti proibitivi e quando trova condizioni stabili non si fa certo sfuggire l'occasione.

La sensazione, quindi, è che forme di vita, almeno semplice, possano prosperare un po' ovunque nell'Universo ed essere frequenti quanto i pianeti di tipo terrestre nelle zone di abitabilità. Un'esplosione di vita che fa parte dell'essenza stessa dell'Universo alla stregua delle stelle, delle galassie, delle nebulose e degli ammassi. Non più quindi eccezione, uno strappo a una regola che deriva dalla combinazione assurda di variabili quasi impossibili da mettere nella giusta sequenza, piuttosto il risultato semplice, quasi scontato, delle leggi della fisica, le stesse che regolano tutto quello che possiamo vedere.

Alla risposta se siamo soli o meno nell'Universo ormai nessun astronomo si sognerebbe quindi di dire di no; sarebbe assurdo come credere che la Terra sia piatta.

Un discorso diverso riguarda invece l'esistenza della vita intelligente. La risposta, in senso assoluto, è sicuramente

positiva: non siamo gli unici esseri intelligenti dell'Universo.

Bisogna però capire ancora quanto sia frequente questa eventualità, perché se nel nostro piccolo abbiamo compreso come sia relativamente facile per molecole inanimate mettersi insieme e formare i primi organismi viventi in pochi milioni di anni, è altrettanto evidente, grazie agli sconfortanti dati delle varie ricerche SETI, che l'Universo sia un luogo sorprendentemente più silenzioso di quanto si pensasse.

Sono passati più di cento anni da quando Nikola Tesla ipotizzò di ascoltare messaggi alieni attraverso le onde radio da poco scoperte, ed ere geologiche da quando Guglielmo Marconi affermava di essere riuscito a ricevere trasmissioni da Marte.

Kepler ci ha dato risultati in forte contrasto con il SETI: possibile che su quasi 20 miliardi di Terre nella Via Lattea nessuna ospiti forme di vita intelligenti, che l'equazione di Drake sia ancora inchiodata su valori bassissimi? No, c'è qualcosa sotto che riguarda sicuramente il nostro modo di cercare attraverso le onde radio.

Popolato o no da esseri intelligenti, quello che sembra evidente è la lunga strada che dobbiamo ancora compiere dal punto di vista tecnologico e biologico per comprendere come funzionano i complessi meccanismi della vita. E la risposta, prima ancora di cercarla nelle stelle, dobbiamo trovarla qui sulla Terra e nel nostro Sistema Solare.

Per il momento, quindi, accontentiamoci di qualcosa di meno scientifico: la sensazione che potrebbe succedere di tutto da un giorno all'altro. Potremmo ricevere un segnale senza preavviso, forte, inequivocabile, decifrabile, come la protagonista di "Contact" (difficile), oppure scoprire il nostro pianeta gemello da un giorno all'altro o una luna sorprendentemente simile alla

Terra.

La sensazione è che una svolta improvvisa e spettacolare possa essere dietro l'angolo perché la scienza, la nostra scienza, è sul punto di una scoperta epocale.

I tempi? Forse dieci anni al massimo.

Accontentiamoci per adesso del fatto che la prova più forte di non essere soli nell'Universo ce l'abbiamo sotto gli occhi ogni giorno: siamo noi stessi, materia comune in un luogo anonimo dell'Universo. È la nostra stessa esistenza a dirci di non essere gli unici, perché se il Cosmo ci ha dato quest'opportunità, nella sua enorme estensione sarà successo molte altre volte.

Per ora la gioia più intensa che possiamo provare è con noi stessi.

In una notte serena prendiamoci un po' di tempo dai rumori e dalle luci delle città e andiamocene in campagna. Distesi su un prato, nel silenzio dell'Universo, osserviamo la luce scintillante di quelle lontane fiammelle. Tra noi e loro ci separa solo un sottile e trasparente strato d'aria.

Scrutiamo, e pensiamo che sicuramente su una di quelle fioche stelle ci sarà qualcuno che in questo momento, sdraiato su un prato molto diverso dal nostro, guarderà un cielo differente nel quale un debole astro giallastro condivide silenzioso il segreto più grande e misterioso dell'Universo: la sua stessa coscienza.

È successo una volta, miliardi di anni fa su un pianeta azzurro chiamato Terra quasi distrutto da un immenso impatto. Nulla vieta che possa essere accaduto altre volte, in molti altri luoghi dell'Universo. Non ci resta che rimanere a osservare da questa finestra cristallina nel modo più oggettivo possibile. L'abbiamo fatto insieme per 12 volumi, per più di un anno. Ora siamo in grado di continuare da soli.

Con la speranza che possa avervi aiutato nel conoscere un po' meglio l'Universo e il suo funzionamento, ma anche il durissimo lavoro di quei pochi scienziati, che cercando la verità tra le stelle hanno permesso al genere umano di fare dei passi da gigante in ogni ambito negli ultimi 70 anni, vi ringrazio per avermi seguito fino a questo punto e vi auguro buon Universo.

E' stato un piacere condividerne una piccola parte con voi.

Daniele Gasparri

Per consigli, critiche, suggerimenti, scrivetemi a info@danielegasparri.com

Per vedere tutti i miei libri, elettronici e cartacei cliccare qui

Se vi siete persi gli altri volumi di astronomia per tutti, li trovate qui